UNIVERSITÀ DI ROMA
ISTITUTO DI GEOGRAFIA ECONOMICA
N.° 5844 D'INVENTARIO
FACOLTÀ DI ECONOMIA
E COMMERCIO

2-A

ESCLUSO
DAL PRESTITO

ATLANTE
ASTRONOMICO

ISTITUTO DI GEOGRAFIA ECONOMICA
UNIVERSITÀ
ROMA

2/109

Digitized by Google

Digitized by Google

ESCLUSO DAL PRESTITO

ATLANTE ASTRONOMICO

compilato e diretto

DAL

Dottor G. NACCARI

Professore di Astronomia
nel Regio Istituto di Marina Mercantile in Venezia

SECONDA EDIZIONE
Riveduta e migliorata

Testo con XXXIX tavole

CASA EDITRICE
Dottor Francesco Vallardi
MILANO
BOLOGNA — CAGLIARI — CATANIA — FIRENZE — GENOVA — NAPOLI
PADOVA — PALERMO — PISA — ROMA — TORINO — SASSARI

ALESS. D'EGITTO - BUENOS AIRES - MONTEVIDEO - RIO JANEIRO - TRIESTE - SAN PAULO

Digitized by Google

912.999 N1

RMS076781

PROPRIETÀ LETTERARIA

Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche — Milano, Corso Magenta N. 48.

Digitized by Google

PREFAZIONE ALLA SECONDA EDIZIONE

È questa la seconda edizione riveduta ed ampliata dell'Atlante Astronomico pubblicato nel 1904. Questa nuova edizione dimostra, che anche in Italia lo studio dell'Astronomia comincia a farsi popolare e che gli Italiani, desiderosi di apprendere tutto ciò che è bello ed elevato, dopo di avere studiate ed ammirate le opere del genio sulla terra, studiano ed ammirano le sublimi armonie del Cielo.

Non è più il tempo in cui gli astronomi sono considerati astrologhi destinati a trarre dalle posizioni degli astri gli oroscopi per predire i futuri accidenti della vita umana, o pure persone che si allontanano dalla comunità degli uomini per darsi ad uno studio contemplativo, che basta ad appagare loro stessi; no, essi studiano il Cielo per comunicare ai volonterosi, in modo facile e piano, tutto ciò che di meraviglioso e di grandioso trovano in esso e per ammonirli, che se sulla terra regnasse l'ordine, l'armonia, la precisione, che regnano lassù, gli uomini sarebbero migliori.

In questa seconda edizione sono state aggiunte alcune carte celesti, che colla guida del testo, servono per poter identificare le costellazioni e le varie stelle di esse. La sola conoscenza delle costellazioni può riuscire vantaggiosa alla scienza, giacchè chi le conosce può fissare il punto di partenza di una stella cadente, il luogo della comparsa di una cometa, di un bolide, di una stella nuova. Queste carte poi sono necessarie agli esploratori ed ai naviganti, che hanno bisogno pei loro calcoli dell'osservazione delle stelle.

Infine tutto ciò che di recente è stato trovato nel campo dell'Astronomia, si è cercato di illustrare in questa edizione.

Venezia 1911. G. NACCARI

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE DEL TESTO

CAPITOLO I. — **Il Sole.**

1. Introduzione. — 2. Dimensioni. — 3. Movimenti. — 4. Il Sole visto in condizioni speciali. - 5. Macchie solari. — 6. Protuberanze. — 7. Facole. — 8. Reticolato fotosferico — 9. Luce solare. — 10. Calore solare. — 11. Vita del Sole . . . . . pag. 1

CAPITOLO II. — **La Luna.**

1. Introduzione. — 2. Dimensioni. — 3. La Luna vista ad occhio nudo. — 4. Eclissi. — 5. Movimenti. — 6. Luce cinerea. — 7. Macchie lunari. — 8. Montagne. — 9. Crateri. — 10. Circhi. — 11. Picchi. — 12. Spaccature. — 13. Striscie. — 14. Meteorologia della Luna. — 15. Influenza lunare. — 16. Abitabilità della Luna . pag. 8

CAPITOLO III. — **La Terra.**

1. Introduzione. — 2. La Terra ha una forma globosa. — 3. Dimensioni. — 4. Movimenti e coordinate geografiche. — 5. Stagioni. — 6. Zone. — 7. La vita sul pianeta. — 8. Origine e fine della Terra, ossia prima ed ultima catastrofe . . . . . pag. 15

CAPITOLO IV. — **Sistema Solare.**

1. Introduzione. — 2. Sistema Tolemaico. — 3. Sistema Egiziano. — 4. Sistema Copernicano. — 5. Sistema Ticonico. — 6. Generalità sui pianeti. — 7. Mercurio. — 8. Venere. — 9. Passaggi di Mercurio e di Venere sul disco del Sole. — 10. Marte. — 11. Planetoidi. — 12. Giove. — 13. Saturno. — 14. Urano. — 15. Nettuno. — 16. Ipotesi di Laplace sul sistema planetario . . . . . pag. 20

CAPITOLO V. — **Le Comete e le Meteore Cosmiche.**

1. Introduzione. — 2. Aspetto delle comete. — 3. Comete periodiche e non periodiche. — 4. Quel poco che si conosce sulla loro natura. — 5. Cometa del 1811. — 6. Cometa del 1835. — 7. Cometa del 1843. — 8. Cometa del 1858. — 9. Cometa del 1861. — 10. Cometa del 1862. — 11. Cometa del 1882. — 12. Cometa del 1577. — 13. Cometa del 1744. — 14. Cometa del 1845. — 15. Cometa del 1871. — 16. Cometa del 1874. — 17. Cometa del 1881. — 18. Cometa del 1908. — 19. Probabilità dello scontro della Terra con una cometa. — 20. Stelle cadenti. — 21. Bolidi. — 22. Uranoliti. — 23. Luce zodiacale . . . . . pag. 30

CAPITOLO VI. — **L'Universo Stellare.**

1. Introduzione. — 2. Le costellazioni e modo di trovarle nel cielo. — 3. Le stelle. — 4. Grandezza delle stelle. — 5. Temperatura delle stelle. — 6. Luce delle stelle. — 7. Colore delle stelle. — 8. Composizione delle stelle. — 9. Scintillazione. — 10. Stelle variabili. — 11. Stelle doppie e multiple. — 12. Gruppi stellari. — 13. Nebulose. — 14. Movimenti delle stelle. — 15. Distanza delle stelle. — 16. Età delle stelle. — 17. Fotografia del cielo. — 18. Struttura e grandezza dell'universo. . . . . pag. 41

CAPITOLO VII. — **Strumenti e Osservatorii Astronomici.**

1. Introduzione. — 2. Refrattori. — 3. Telescopi. — 4. Strumenti misuratori di angoli. — 5. Strumenti misuratori del tempo. — 6. Spettroscopio. — Spettrografo. — Spettro-eliografo. — 7. Equatoriale. — 8. Strumento dei passaggi. — 9. Cerchio murale. — 10. Equatoriale fotografico. — 11. Osservatorî d'Italia. — 12. Milano. — 13. Torino. — 14. Padova. — 15. Roma (Collegio Romano). — 16. Roma (Campidoglio). — 17. Firenze. — 18. Bologna. — 19. Napoli. — 20. Palermo. — 21. Catania; Etna. — 22. Vaticano. — 23. Osservatorî stranieri. — Greenwich. — Parigi. — Nizza. — Pulkova. — Potsdam. — Vienna. — Lick. — Yerkes. — Monte Wilson. — Osservatorî meteorologici. — Cimone. — Monte Bianco . . . . . pag. 56

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE DELLE TAVOLE

CAPITOLO I. — **Il Sole.**

TAVOLA I. Aspetto del Sole nei cannocchiali durante una sua eclisse totale.
Sole, macchie e facule secondo le fotografie di Rutherfurd.
Aspetto del Sole il 26 giugno 1885. Fiamme antipodiche di 460000 kilometri in altezza.

» II. Disegno della corona solare fatto cogli elementi presi ad occhio nudo.
Disegno della corona solare ricavato da una fotografia.
Ombre dell'eclissi.
Disegno schematico degli inviluppi del Sole.
Eclisse totale del Sole del 30 agosto 1905.

» III. Macchia solare regolare. — Ombra centrale e penombra inviluppante.
» del 9 aprile 1870 secondo il Secchi.
Grande macchia solare vista dal Lohse il 2 luglio 1872.
Una delle più grandi macchie solari osservate (14 ottobre 1883). Il diametro è 7 volte quello della Terra. — Disegno Tacchini.
Apparente mutazione di forma in una macchia mentre si sposta dal centro all'orlo del disco solare.
Macchia a spirale vista dal Secchi il 5 maggio 1857.
Granulazioni e reticolato fotosferico.
La macchia solare del 2 luglio vista dal Lohse il 4 luglio.

» IV. Fiamme solari di 228000 kil. d'altezza (18 volte più alte del diametro della Terra). Disegno del Tacchini, Roma 30 gennaio 1885.
Forme diverse di protuberanze.

CAPITOLO II. — **La Luna.**

» V. Carta generale colle altezze di alcuni monti, crateri, picchi e di alcune catene lunari.
Superficie dei mari lunari.

» VI. Fotografia lunare ottenuta all'Osservatorio di Parigi.

» VI *bis*. Mare delle Crisi — Monte Toro — Corno Boreale. — Fotografia lunare eseguita da Loewy e Puiseux all'Osservatorio di Parigi.

» VII. Platone — Mare del Freddo — Filolao.

» VIII. Paesaggio della Luna.

TAVOLA IX. Diagramma di una eclisse solare.

CAPITOLO III. — **La Terra.**

» X. La terra nelle quattro stagioni.
Coordinate geografiche di un luogo.
Cammino della Terra intorno al Sole in un anno.
La Terra è un globo isolato da tutte le parti.
Linea spirale della caduta della Terra nello spazio.

CAPITOLO IV. — **Sistema Solare.**

» XI. Il sistema solare.

» XII. Sistema Tolemaico.
Epiciclo e deferente.
Sistema Egiziano.
» Ticonico.
Orbite dei principali pianetini comprese fra Marte e Giove.

» XIII. Pianeti. — Giove e i quattro satelliti medicei.
» il 31 gennaio 1870 secondo il Gledhic.
» e la macchia rossa il 6 agosto 1882.
Fasi del pianeta Mercurio
Spiegazioni delle fasi di Mercurio.
Fasi di Venere alla sua distanza massima, media e minima dalla Terra.
Marte osservato da Lohse la sera dell'8 settembre 1877.
» osservato da Lohse la sera 21 settembre 1877.
Paragone fra le vere dimensioni dei pianeti.
Saturno visto a Washington dal Trouvelot nel settembre 1875.
Vari aspetti di Saturno e dei suoi anelli.

» XIV. Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon il 20 settembre 1909 a ore 23 e 10 m.
Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon il 20 settembre 1909 alle ore 23 e 40 m.
Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon il 6 ottobre 1909 alle ore 21.
Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon l'11 ottobre 1909 alle ore 21.
Carta di Marte.

CAPITOLO V. — **Le Comete e le Meteore Cosmiche.**

TAVOLA XV. Cometa del 1744.
» di Halley nel 1836.

Digitized by Google

La cometa di Biela il 13 gennaio 1846.
Testa della cometa del Donati al principio dell'ottobre del 1858.
La grande cometa del 1882.
Cometa Morehouse il 14 ottobre 1908.
La stessa il 15 ottobre 1908.
» » » 16 ottobre 1908.
» » » 18 ottobre 1908.
Cometa del 1577.
La grande cometa del 1881.
La cometa del Coggia.
Testa della grande cometa del 1882.
Cometa di Encke il 1.° dicembre 1871.

Tavola XIX. Bolidi. — Bolide osservato a Boulogne sur Mer.
» con coda di polvere luminosa osservato il 27 settembre 1857.
Bolide osservato nell'Oceano Indiano il 6 aprile 1888.
Lo stesso dopo alcuni secondi.
Bolide lento osservato durante 20 minuti a Costantina il 24 marzo 1888.

» XX. Uranoliti. — Meteorite caduto a Pultusk (Varsavia) il 30 gennaio 1868.
Aerolite trovato nel Chilì nel 1866.
Il più grosso uranolite dei musei terrestri.
Aerolite caduto ad Orgueil il 14 maggio 1864.
Uranolite caduto al Messico durante la pioggia delle stelle cadenti del 27 novembre 1885.
Uranolite caduto a Girgenti il 10 febbraio 1853 con piccole vene nella massa.

» XXI. La luce zodiacale.
La grande pioggia di stelle cadenti del 27 novembre 1872.

Capitolo VI. — **L'Universo stellare.**

» XVI. — Nebulose. Il Gambero, nebulosa nel Toro.
Nebulosa elittica nel Leone.
» a spirale.
» stellare.
» ad Omega nel Sagittario.
» di Orione.
» anulare della Lira.
» a spirale Messier 33 nel Triangolo.
» isolata dentro il Cigno.
» Planetaria dell'Acquario.
» fusiforme.

» XVII. — Via Lattea. L'ammasso luminoso della Via Lattea nello scudo di Sobieski.

» XVIII. Vari oggetti celesti. — Cumulo di stelle in Ercole visto con un cannocchiale debole e con un fortissimo cannocchiale.
Cumulo stellare del Centauro.
Nube maggiore di Magellano vista ad occhio nudo.
Sacchi di carbone nella via Lattea (costellazione della croce del Sud) visti ad occhio nudo.

» XXII. Stelle colorate.
Spettri luminosi.

Tavola XXIII. Cielo stellato settentrionale.
Il cielo al 15 gennaio, ore 21.
» » » » febbraio, » ».
» » » » marzo, » ».
» » » » aprile, » ».
» » » » maggio, » ».
» » » » giugno, » ».

» XXIV. Cielo stellato meridionale.
Il cielo al 15 luglio, ore 21.
» » » » agosto, » ».
» » » » settembre, » ».
» » » » ottobre, » ».
» » » » novembre, » ».
» » » » dicembre, » ».

» XXV. Costellazioni boreali.

» XXVI. Costellazioni australi.

» XXVII. Costellazioni zodiacali.

» XXVIII. Carta stellare delle regioni zodiacale ed equatoriale.

» XXIX. Carta stellare.

» XXX. Carta stellare.

Capitolo VII. — **Strumenti ed osservatorii astronomici.**

Tavola XXXI. Grande telescopio di Lassel.
Cannocchiale semplice.
Cannocchiale montato.
Telescopio del conte di Rosse.
Telescopio newtoniano per fotografie solari.
Grande telescopio di Foucault-Martin a Parigi.
Cannocchiale con treppiede.
Telescopio di Herschel.
Grande telescopio di Grubb a Melbourne

» XXXII. Universale a cannocchiale spezzato.
Sestante.
Astrolabio.
Cerchio di Pistor e Martins.
Altazimut di Ramsden.
Orologio a peso.
Strumento dei passaggi.
Orologio a polvere.
Pendolo a compensazione.
Sestante antico trasportabile.
Altazimut.
Spettroscopio.
Cronometro.

» XXXIII. Grande equatoriale dell'Osservatorio di Milano.
Cannocchiale di Yerkes presso Chicago.
Cannocchiale di Lick in California.
Grande Rifrattore di Potsdam.

» XXXIV. Cannocchiale con spettroscopio a visione diretta.
Circolo meridiano dell'Osservatorio del Collegio romano in Roma.
Strumento dei passaggi trasportabile a cannocchiale spezzato.
Strumento meridiano di Repsold.
Circolo meridiano dell'Osservatorio del Campidoglio.
Eliometro con posto di osservazione.

» XXXV. Telescopio riflettore a Monte Wilson montato sotto la cupola.

Digitized by Google

Il grande refrattore dell'osserv. imperiale di Poulkova (Veduta d'assieme).
Telescopio a Torre sul Monte Wilson.
Riflettore fotografico di Postdam.
Quadrante murale di Ramsden.
Equatoriale fotografico.

TAVOLA XXXVI. Osservatorio di Padova.
Osservatorio di Brera dopo il 1885.
Osservatorio di Arcetri a Firenze.
Osservatorio del Collegio Romano.
Osservatorio di Bologna.
Osservatorio di Torino.

» XXXVII. Osservatorio di Palermo.
Osservatorio Janssen sul Monte Bianco sepolto sotto la neve nell'inverno del 1909-10.
Osservatorio di Pisa.
Osservatorio di Napoli.
Osservatorio astronomico e metereologico di Catania.
Torre Osservatorio del Cimone (2150 m.).
Specola Vaticana. — La Torre Leonina.

TAVOLA XXXVIII. Osservatorio di Parigi.
Osservatorio astrofisico, metereologico e geodetico di Potsdam.
Osservatorio astronomico di Vienna.
Osservatorio Bischoffsheim a Nizza.
Osservatorio di Pulkova.
Osservatorio di Greenwich.

» XXXIX. Osservatorio di Atene.
Osservatorio di Lick sul monte Hamilton (California).
Fabbricato annesso all'Osservatorio di Vienna, contenente un equatoriale a gomito regalato dal bar. A. Rothschild.
Osservatorio del barone d'Engelhardt in Dresda.
Osservatorio di Treptow, presso Berlino, col suo grande cannocchiale moderno.
Cupola dell'Osservatorio dell'Università di Mosca.
Osservatorio di Yerkes presso Chicago.

Digitized by Google

Digitized by Google

I - IL SOLE

1. Introduzione. — 2. Dimensioni. — 3. Movimenti. — 4. Il Sole visto in condizioni speciali. — 5. Macchie solari. — 6. Protuberanze. — 7. Facole. — 8. Reticolato fotosferico. — 9. Luce solare. — 10. Calore solare. — 11. Vita del Sole.

1. **Introduzione**. — Il Sole, astro benefico che ci illumina e riscalda, causa precipua della vita terrestre, in qualunque modo essa si esplichi, è stato sempre e sarà l'oggetto dell'ammirazione e dello studio dei popoli.

Il primo tramonto deve essere apparso spaventoso pei primi uomini, e piene d'ansia e terrore le ore della prima notte passate nel dubbio, che quest'astro, il quale avea illuminato e riscaldato, non avesse a sorgere più. E se esso più non fosse comparso? Non si avrebbe avuto più luce e calore; la gelida notte, la tenebrosa notte avrebbe coperto il mondo. Sospesa l'azione benefica del Sole, la vita della Terra cesserebbe, tutto andrebbe distrutto: giacchè è il Sole che fa andare il molino, trasformando l'acqua in nubi e quindi facendo cadere la pioggia, che produce la cascata: è il Sole, che fa correre il convoglio, avendo condensato e conservato da milioni d'anni sotto gli strati geologici del globo il carbon fossile, che alimenta la caldaia della macchina. Al Sole bisogna attribuire tutte le meraviglie, delle quali il lavoro della natura e il lavoro dell'uomo hanno arricchito la Terra. Il suo calore è la causa determinante dei movimenti dell'atmosfera, delle grandi correnti oceaniche.

Non è quindi a meravigliare, se allo studio del Sole alcuni uomini hanno dedicato buona parte della loro vita, e se di questo studio noi facciamo l'argomento primo da trattare in una rapida rivista del cielo, essendo quest'astro di vitale importanza per l'umanità.

2. **Dimensioni**. — Il Sole, visto ad occhio nudo, si presenta come un disco di circa mezzo grado, ossia come ci apparirebbe una palla di 10 m. di diametro ad una distanza di 1145 metri. Siccome poi la sua distanza media dalla Terra è stata trovata di circa 150 milioni di kilometri, così perchè esso appaja quale lo vediamo, bisogna che in realtà abbia un diametro di un milione e 394 mila kilom. Ora, se si rappresenta la Terra con un globo di un metro di diametro, bisogna rappresentare il Sole con un globo di 108 metri. Conoscendo il diametro, si ha la circonferenza di 4 milioni e 350 mila kilom., la superficie di 12 mila volte quella della Terra, e il volume che ne è un milione e 279 mila volte. E dire che Anassagora avea creduto di essere troppo ardito, dicendo che il Sole doveva essere grande quanto il Peloponneso!

Per formarci un'idea più concreta della distanza che ci separa dal Sole, prendiamo alcuni esempi da distanze e cose, che siamo abituati a stimare.

Per arrivare al Sole ci vorrebbero 16.600 Terre, una accanto all'altra. Se si avesse un braccio che potesse arrivare al Sole, non si sentirebbe l'impressione della scottatura. Difatti l'impressione nervosa non è istantanea, essa si trasmette lungo i nervi con una velocità di 28 metri per minuto secondo. La sensazione dell'ustione non giungerebbe al nostro cervello che fra 167 anni.

Un buon pedone, che camminasse colla forte velocità media di 6 km. all'ora per 10 ore al giorno, dovrebbe impiegare più di 6800 anni.

Un convoglio, che facesse 60 kilom. all'ora, impiegherebbe 266 anni a percorrere la strada: partendo il 1.° gennaio 1912 non arriverebbe che nel 2178. Un projettile, che si movesse nello spazio con una velocità costante di 500 metri al minuto secondo, impiegherebbe circa 10 anni per arrivare. Un suono emesso nel Sole e che potesse giungere a noi, prima di pervenire alle nostre orecchie impiegherebbe quasi 14 anni; e si sa che il suono percorre 340 metri al minuto secondo. La luce, la quale percorre 300 milioni di metri al minuto secondo per venirci impiega 8 minuti e 19 secondi.

Il Sole è stato pesato, e si è trovato il suo peso di 323 mila volte circa quello della Terra, pesando questa 5875 sestilioni di kilogrammi. Esso, da sè solo, pesa 700 volte più che tutti i pianeti riuniti, e ci vorrebbero 28 milioni di Lune per controbilanciarlo.

Conoscendo il peso e il volume, si è determinata la densità della materia solare, la quale è soltanto un quarto circa della Terra; ossia come quella del carbon fossile. La forza quindi di at-

Digitized by Google

trazione del Sole alla superficie è 27 volte più energica della forza, colla quale la Terra attrae gli oggetti terrestri. Un corpo abbandonato a sè stesso, che, in Terra, percorre nel primo minuto secondo un po' meno di 5 metri, nel Sole ne percorrerebbe quasi 134. Un pendolo che quaggiù batte i secondi, nel Sole oscillerebbe con una velocità più che quintupla. Un uomo di media statura peserebbe sulla superficie solare non meno di 1800 kilogrammi; e però, per bene in gamba che fosse, non potrebbe muoversi.

3. **Movimenti**. — Il Sole leva e tramonta: ha dunque un moto da levante a ponente; ma questo moto non è che un'apparenza dovuta al movimento reale della Terra intorno a sè stessa in senso opposto; questo moto determina la durata del giorno e l'alternativa del giorno e della notte. Oltre a questo moto, comune a tutti gli astri, il Sole ne ha un altro: esso cambia di posizione nel cielo rispetto alle stelle. Per accertarci di questo fatto basta la semplice osservazione: se noi notiamo le varie altezze, che ha il Sole a mezzodì nei differenti giorni di un anno, vediamo che, nel nostro emisfero, esso raggiunge la massima altezza sull'orizzonte circa il 22 giugno, la minima circa il 21 dicembre. Questa variazione mostra che il Sole si sposta da nord a sud; ma vi è anche uno spostamento da ovest ad est. Difatti, osserviamo, dopo un tramonto sereno, la porzione di cielo, che si trova ad occidente, e fissiamo la nostra attenzione su qualche costellazione vicina all'orizzonte. Trascorsi alquanti giorni, poniamoci ad osservare la stessa plaga alla stessa ora, vedremo che la costellazione da noi fissata è tramontata in antecedenza del Sole, e quindi ad oriente leverà prima di esso, mentre parecchi giorni innanzi levava più tardi. Questo fatto mostra che il Sole si sposta da ovest ad est, cambiando di posizione rispetto alle costellazioni, che sappiamo per certo essere fisse nel cielo. Effetto di questo spostamento è che la porzione di cielo, che vediamo in estate, è diversa da quella che si vede nell'inverno e nelle altre stagioni. I due movimenti da nord a sud e da ovest ad est, combinati insieme, fanno descrivere al Sole, in un anno, intorno alla Terra un cerchio massimo, detto *eclittica*, perchè, quando la Luna nel suo moto si viene a collocare in questo, succedono l'eclissi.

Sappiamo pure che questo secondo movimento non è che un'apparenza dovuta al movimento di traslazione della Terra; il tempo, che la Terra impiega a percorrere l'eclittica, determina la durata dell'anno.

Il Sole poi ha un movimento reale intorno a se stesso. Questo movimento è stato determinato colle macchie solari, e la sua durata è stata trovata diversa a seconda della posizione delle macchie, che gli osservatori prendevano come punto di riferimento. Si è potuto stabilire che la durata di rotazione cresce in modo continuo colla latitudine delle macchie: essa aumenta dall'equatore ai poli. All'equatore è di 25 giorni, ad una latitudine di 45° è di 27 giorni e mezzo e alla latitudine di 75° diventa di 38 giorni e mezzo. Questa legge curiosa di rotazione, incompatibile con una superficie sferica solida, la quale dovrebbe ruotare tutta nello stesso tempo, è stata verificata oltre che osservando le macchie solari, con altri metodi che permettono di stabilire che essa si applica molto bene alla superficie stessa del Sole. D'altronde essa è stata trovata, quantunque molto meno accentuata, sulla superficie visibile del pianeta Giove. Un altro movimento, pure reale ha il Sole nello spazio, di 16 km. al minuto secondo, insieme coi pianeti, coi satelliti, colle comete, verso un punto del cielo, che appartiene ad una costellazione detta di Ercole.

4. **Il Sole visto in condizioni speciali**. — Ordinariamente se si osserva il Sole con un vetro annerito, esso appare come un globo sempre perfettamente rotondo, tutto coperto alla superficie da uno strato di intensa luce: soltanto vi è all'orlo una leggera ombra e qualche volta si vedono nel disco delle macchie nere. Ma ben altro si vede in una eclisse totale, o pure guardandolo con strumenti speciali o fotografandolo (tav. I).

La superficie, che noi vediamo ad occhio nudo, è stata chiamata la *fotosfera*, ossia sfera di luce. La fotosfera, secondo gli ultimi studi fatti allo spettroscopio, è solida e liquida; ora non può essere un solido compatto, come la superficie terrestre, perchè le sue diverse parti, come abbiamo visto, hanno velocità differenti di rotazione. Essa è un mare liquido, o piuttosto un mare di nubi, ma di nubi infuocate, tanto alta è la loro temperatura, formate di particelle incandescenti liquide e solide, in sospensione in un miscuglio di vapori e di gas. Queste particelle sarebbero il veicolo per trasportare il calore dal nodo interno, costituito in massima parte da gas fortemente riscaldati, verso la superficie, in modo da compensare le perdite enormi e continue dovute all'irradiazione. La superficie solare è una nube di condensazione: questa nube è in generale paragonabile ai nostri cumuli, che hanno i bordi netti e ben definiti, e sono formati di goccioline d'acqua. L'azione chimica delle goccioline solari è incognita, ma esse appartengono evidentemente ai corpi i più refrattari del Sole, i quali possono essere più refrattari del carbone il più difficile a volatilizzare di tutti i corpi terrestri.

Al disopra della nube solare, ossia della fotosfera, e tutto intorno vi è l'atmosfera propriamente detta, che è visibile interamente nelle eclissi totali di Sole, e in parte giornalmente cogli spettroscopi ed altri strumenti di investigazione. L'atmosfera solare si vede benissimo nella figura (tav. II) dell'eclisse totale del 30 agosto 1905. Il disco nero e rotondo della Luna si mo-

Digitized by Google

stra nettamente limitato in mezzo di un anello luminoso larghissimo. Il contrasto è sorprendente, perchè la Luna nera occupa il posto del Sole e l'anello luminoso una regione del cielo, che prima sembrava nera. L'anello di color bianco va sfumando verso l'esterno.

L'atmosfera solare è formata da tre strati sovrapposti, costituiti da un miscuglio di gas e di particelle, le quali sono molto meno brillanti e molto più separate di quelle della fotosfera. Lo strato inferiore, detto anche *guscio di rovesciamento*, di temperatura meno alta della fotosfera, ma tale ancora da mantenere, allo stato di vapori, metalli, che sulla Terra si mostrano allo stato solido, comprende i vapori più pesanti, o più facili a condensarsi, che equivalgono al vapore d'acqua della nostra atmosfera. Lo strato medio, detto anche *cromosfera*, di color roseo, presenta i gas leggeri, come l'idrogeno e l'elio, paragonabili ai nostri gas azoto e ossigeno. Nella cromosfera poi, in occasione dell'eclisse totale del 1905, sono state osservate e fotografate dall'astronomo francese Deslandres particelle liquide e solide, le quali potrebbero avere sull'atmosfera solare la stessa influenza che hanno le particelle liquide e solide della nostra atmosfera sulla trasparenza e sul potere assorbente di essa.

L'atmosfera solare, limitata a questi due strati, e la fotosfera si presentano all'occhio dell'osservatore come si presenterebbe un mare di nubi visto da un pallone o dalla cima di un'alta montagna. Le correnti terrestri dei venti inferiori e superiori, i movimenti verticali delle nubi, le loro fluttuazioni rapide, trovano un riscontro nei fenomeni solari. Soltanto che le nubi terrestri hanno pochi gradi di temperatura, mentre invece le nubi solari, secondo le misure le più degne di fede, superano i 6000 gradi; di più la nube brillante, che è la fotosfera, avvolge completamente il Sole, mentre che il mare di nubi terrestri non copre che una parte ristretta della superficie. Le altezze relative degli strati corrispondenti nelle atmosfere solare e terrestre, sono pure paragonabili. Per lo strato di rovesciamento l'altezza è circa la millesima parte del raggio del Sole ed aggiungendovi l'atmosfera diventa la centesima parte. Ora, sulla Terra, il cui raggio è in media 6400 km., gli strati corrispondenti s'innalzano a km. 6,400 e a km. 64; lo strato piccolo comprende sensibilmente tutto il vapor d'acqua dell'atmosfera e lo strato grande l'atmosfera intera.

L'ultimo strato dell'atmosfera solare, ossia lo strato superiore, è detto la *corona solare*, aspetto nuovo, che non ha il suo corrispondente in Terra. È un guscio, costituito in gran parte di gas lucenti, guscio potente che si innalza in media sulla fotosfera da 261.000 a 204.000 km. Per essere veduto è necessaria una eclisse totale di Sole. Ora se si pensa che dal 1868 al 1907, cioè in un intervallo di 39 anni, il numero delle eclissi totali fu di 24, con una durata media di $3^m\ 6^s$, si vede che un astronomo, il quale si fosse messo anche nelle condizioni le più favorevoli per l'osservazione del fenomeno, avrebbe osservato la corona solare tutto al più durante $1^h 1\ 5^m$, tempo assai breve per la complessità di questo strato. I progressi quindi in questa parte della fisica solare sono lentissimi: di più se, da un'eclisse all'altra, si osserva un cambiamento, non si sa se esso è dovuto ad una modificazione lenta e progressiva, o se rappresenta una fase di variazioni rapide.

In ogni modo la corona è l'oggetto principale delle ricerche solari; dal 1860 viene fotografata con apparecchi sempre più potenti, ed osservata con cannocchiali lunghi parecchie decine di metri. Le imagini ottenute sono magnifiche e mostrano i dettagli della struttura. Essa assomiglia a quelle aureole, che hanno i santi intorno al loro capo: è formata da filamenti continui e intrecciati, che si innalzano ad altezze enormi. Nel 1898 si sono fotografati raggi coronali aventi la lunghezza di sette diametri solari e Newcomb ne ha osservati coll'occhio di quelli, che erano ancora più lunghi. Questi raggi, in generale normali alla superficie del Sole, che si staccano da esso, sono stati giustamente paragonati alle code delle comete e si spiegano colle stesse ipotesi. Recentemente si è trovato, che la forza ripulsiva, emanata dal Sole, e che è causa dei raggi della corona, è dovuta alla pressione della irradiazione. Questa forza è la pressione, che un irradiamento luminoso qualunque esercita sui corpi, e che è proporzionale alla sua intensità, proporzionale alla superficie del corpo irradiato, e in ragione inversa del quadrato delle distanze. Questa forza non si può constatare nei corpi un po' grandi, ma se il corpo è una particella sufficientemente piccola, allora può uguagliare o sorpassare la forza di attrazione e i movimenti delle particelle diventano diversi.

La corona è costituita quasi esclusivamente da particelle; la radiazione intensa delle particelle della superficie, condensate ad alta temperatura, respinge le particelle dell'atmosfera condensate a temperatura più bassa: e queste ultime, che devono essere elettrizzate, si allontanano dal Sole con una velocità crescente, se sono sufficientemente piccole, e formano in primo luogo i raggi coronali. Nello spettro della corona si è trovata una linea brillante, di origine sconosciuta, che non corrispondeva ad alcuna sostanza terrestre, e che si attribuì ad un nuovo corpo detto il *Coronium*: ma ultimamente si è scoperto il Coronium nei gas delle solfatare di Pozzuoli. Si è trovato un accordo perfetto fra le variazioni della corona e le variazioni delle macchie, delle facule e delle protuberanze delle quali parleremo in seguito. I getti coronali, pare, seguano

Digitized by Google

le macchie e si avvicinino con esse all'equatore. La Corona prende aspetti speciali caratteristici, ma differenti, tanto negli anni di minimo quanto di massimo delle macchie. Così pure la riga verde caratteristica del gas della Corona è marcata, alta e ripartita ugualmente intorno all'orlo, in un anno di massimo: in vicinanza di un minimo è debole e limitata all'equatore. Questa relazione è importantissima, perchè prova che le variazioni periodiche della superficie solare non sono localizzate, ma si estendono alle regioni le più lontane. Da ciò che abbiamo detto, i getti coronali sono probabilmente legati alle macchie e devono emanare da esse, o dalle facole (regioni brillantissime) vicine, o dal guscio di rovesciamento, dalla cromosfera e dalle protuberanze, che sono al di sopra di esso. Non vi sono però prove sufficienti per affermare ciò con sicurezza e i getti coronali potrebbero emanare dalla superficie solare (fotosfera).

Oltre alla fotosfera, al guscio di rovesciamento, alla cromosfera e alla Corona, nel Sole vi sono le *macchie*, le *protuberanze*, le *facole*, le *striscie*, le *granulazioni*, ed altre accidentalità, che furono dette *grani di riso*, *foglie di salice*, dalla loro rassomiglianza con questi oggetti

5. **Macchie solari.** — Galileo, il quale fu il primo a dirigere il cannocchiale al cielo, scopriva nel 1611 le macchie solari, contemporaneamente o poco dopo che le avevano vedute Fabricius e Scheiner. Anche gli antichi avevano osservato ad occhio nudo macchie nel Sole: ma essi ritenevano che fossero corpi, che si frapponessero fra il Sole e la Terra, come pure al tempo di Fabricio si credeva che fossero pianeti, giacchè nel medio evo, come in antico, si adottava l'idea di Aristotele, che i cieli dovevano essere incorruttibili, e quindi impossibili le macchie nel Sole. Le macchie solari si presentano ordinariamente (tav. I) come macchie nere di forma rotonda: sono a gruppi ed una grande è accompagnata da piccole; del resto le forme di esse sono svariate e si possono presentare sotto aspetti differenti. Una macchia ben formata consta di due parti: una centrale nera, chiamata *nucleo* od *ombra*, ed una periferica un po' sfumata, detta *penombra*. Le macchie sono di diverse grandezze: ce ne sono di quelle che ingoierebbero, giacchè si presentano come buje voragini, più mondi vasti come la Terra. Le grandi macchie si possono vedere anche ad occhio nudo, con un vetro affumicato, e ci sono persone, le quali, osservando il Sole ogni giorno e tenendo conto del numero di queste macchie, possono alle volte giovare alla scienza. Vi sono poi Osservatorî nei quali ogni giorno si fotografa il Sole colle sue macchie, e queste fotografie hanno servito per uno studio statistico di esse. E vi sono anche osservatorî, che recentemente hanno organizzato un servizio giornaliero per la fotografia dell'intera cromosfera, come quelli di South Kensington in Inghilterra, di Kodai Kanal nelle Indie, di Potsdam in Germania, di Tortosa, del Messico, di Catania ecc.

Una macchia solare, per essere visibile ad occhio nudo, bisogna almeno che sia tre volte la superficie della Terra, ossia 1533 milioni di kilometri quadrati.

Noi diamo il disegno di una delle più grandi macchie (tav. III) osservata dal nostro chiaro astronomo Tacchini nell'Osservatorio di Roma, il 14 ottobre 1883: essa è quasi circolare, e il suo diametro contiene 7 volte quello della Terra; la sua superficie fu trovata di 3000 milioni di kilom. quadrati. Sono state osservate però macchie ancora più grandi di questa.

La macchia del 30 giugno 1883 misurava 9 volte la nostra Terra. Intorno al nodo principale di questa curiosa macchia, e, nella penombra che la circondava, si è notata una corona di filamenti luminosi, intrecciati come fiori sovrapposti. Questa è una particolarità assai rara.

Grandissima fu pure la macchia del febbraio 1892, diligentemente osservata dagli Osservatorî di Roma, Palermo, Catania. Essa raggiunse la lunghezza massima di 20 diametri terrestri, la larghezza di 8, ed è stata visibile ad occhio nudo per 10 giorni.

Un gruppo di macchie solari, circa 228, si è presentato nel settembre 1896. Questo gruppo misurava dall'est all'ovest 316.000 km., la lunghezza di una corona di 25 globi terrestri, messi uno accanto all'altro.

Il numero delle macchie varia non soltanto colla latitudine, ma è soggetto ad un periodo di 11 anni circa, nel quale da un minimo raggiunge un massimo, per poi ancora diminuire. Questo stesso periodo è quello della variazione del magnetismo terrestre, e quindi pare vi sia un nesso fra questo e quelle. Anzi da taluni si attribuisce il magnetismo a getti di particelle elettrizzate respinte dal Sole con una grande velocità dalla forza di pressione della radiazione. L'ipotesi di un'influenza delle macchie sul magnetismo terrestre ha acquistato una base sicura dopo i risultati ottenuti del prof. Hale, direttore dell'Osservatorio solare di Monte Wilson in California, i quali dimostrano l'azione elettro-magnetica di esse. Molto probabilmente tutti gli elementi terrestri sono più o meno influenzati nel senso del periodo undecennale, ma l'esame preciso dei fatti non verifica una dipendenza così assoluta. Alcuni hanno trovato relazioni fra le nostre burrasche e le agitazioni dell'ago calamitato, e per ciò si verrebbe a stabilire un legame fra le macchie solari e le nostre burrasche.

Sebbene le varazioni nel numero e nella grandezza non possano produrre direttamente effetti sensibili sulla temperatura della Terra, pure si deve ritenere che le macchie mandino meno luce e

Digitized by Google

meno calore che le altre regioni, e quindi influiscano in qualche modo sulla meteorologia terrestre.

Per questa ragione alcuni hanno messo in rapporto le macchie colle crisi commerciali, il che si potrebbe spiegare, ammettendo che indirettamente le macchie abbiano da avere influenza sui raccolti e disturbare così i rapporti finanziari.

La durata delle macchie è varia; alcune durano da due a tre mesi, altre un giorno solo.

Si volle indagare la natura delle macchie per poter stabilire la costituzione fisica del Sole, e qua entriamo nel campo delle ipotesi, ipotesi numerose e per ogni gusto, ma che tutte presentano uno o più lati vulnerabili. Noi ne esporremo alcune tanto perchè si abbia un'idea a qual punto si trovi la scienza sopra tale argomento.

Galileo paragonò le macchie solari a nubi, Scheiner le considerò come cavità della fotosfera e Wilson mostrò all'evidenza che sono tali. Lalande le credeva montagne, e Derham e Chacornac le attribuivano a fumi usciti dai crateri vulcanici del Sole. Il P. Secchi le considerò semplicemente come soluzioni di continuità in quello strato di nebbie o di vapori luminosi, che formano la fotosfera. Il fondo di esse sarebbe occupato da vapori metallici assai densi, p. es. da quelli del ferro e del calcio. L'Young le paragona a fogne, le quali si formano nella fotosfera. E siccome la fotosfera è un insieme di nubi formate, invece che di vapore acqueo come le nostre, di sostanze metalliche, e che per la loro temperatura elevata sono luminose per sè stesse, così il Faye, astronomo francese, le considera come grandiosi sconvolgimenti, prodotti dalla formazione di burrasche o cicloni analoghi ai nostri, ma in dimensioni assai più grandi. Questa spiegazione pare sia quella che si adatta meglio. Ad appoggiare poi l'ipotesi di Faye si hanno ora delle magnifiche fotografie ottenute dal prof. Hale, in cui si vedono dei vortici sulle macchie solari, e si è osservato come un'aspirazione o succhiamento di gas o vapori entro di esse. Inoltre nell'Osservatorio astrofisico di Meudon presso Parigi, il direttore Deslandres ha ottenuto nelle immagini solari dei filamenti oscuri, che generalmente vanno da macchia a macchia, o da facola a facola, e presentano indizi di rotazione intorno ad un asse orizzontale, analogamente alle onde del mare e ai turbini con asse orizzontale, che si formano nella nostra atmosfera, quando vi sono temporali. Comunque sia, ciò che è positivo è, che la macchia non rappresenta che una piccola parte di un insieme di perturbazioni, le quali si estendono molto lontano, intorno e al di sopra di essa, che la precedono e durano dopo di essa, e sono più utili a conoscersi che i piccoli dettagli della sua struttura.

6. **Protuberanze**. — Dalla cromosfera, come abbiamo detto, si projettano le protuberanze, le quali non sono altro che grandi masse della materia della cromosfera, e che si spingono in alto, al disopra del livello generale, come nubi di fuoco (tav. IV). Queste protuberanze si vedono assai bene nelle eclissi totali di Sole, ma si possono anche vedere, in pieno giorno, con istrumenti appositi (spettroscopi, spettrografi, spettro-eliografi).

Le protuberanze furono per la prima volta studiate nell'eclisse dell'8 luglio 1842, ed allora nacquero dispute se fossero fenomeni del Sole, della Luna o della nostra atmosfera, o semplicemente illusioni ottiche. Alcuni le credettero montagne, altri fiamme solari, ed altri nubi (perchè talvolta prendono questa forma) sospese nell'atmosfera del Sole.

Si devono ritenere fenomeni reali: esse sono vere esplosioni della massa solare, e i loro materiali di eruzione pare portino sul proprio seno cause gagliarde, elettriche forse, di smembramento e di dissoluzione. L'intensità luminosa dei getti è sempre assai forte. Esse si manifestano alcune volte sotto forme magnifiche (tav. IV), che ricordano, superandoli in bellezza e grandiosità, certi stupendi *bouquets* dei nostri fuochi artificiali. La pittura non potrà mai riprodurre la vivacità delle tinte che presentano le protuberanze. I migliori disegni, come scrive il Flammarion, saranno sempre dei corpi senza vita, veri cadaveri, se si confrontano coi grandiosi fenomeni della natura.

Il numero delle protuberanze è grandissimo, così pure la loro altezza; se ne è misurata una, che aveva una grandezza 18 volte il diametro della Terra (tav. IV). Questo numero è variabile col numero delle macchie solari e ne segna l'andamento.

La velocità colla quale si producono i movimenti e le trasformazioni delle protuberanze è immensa: basti dire che si sono osservate velocità di 600 a 700 kilom. al minuto secondo: il vento nelle più grandi burrasche ha una velocità di 25 a 30 metri al secondo. Un'eruzione solare, che in pochi secondi si eleva a 100.000 kilom. di altezza, inghiottirebbe tutta la Terra sotto la sua pioggia di fuoco.

7. **Facole** — In prossimità delle macchie solari spesso si scorgono tratti lucidissimi più fortemente luminosi che il resto del disco; si dà loro il nome di *facola*, e probabilmente sono immense masse di vapori luminosi lunghe migliaia e migliaia di km.: le *facole* appajono infatti lunghe, sottili, ramificate, quasi venature lucide della fotosfera. Le *facole* sono molto più numerose delle macchie, e di solito è nel mezzo di una facola che una macchia nasce, si sviluppa e finalmente sparisce. La *facola* precede la macchia e le sopravvive; essa rappresenta adunque un fenomeno più persistente, più importante della macchia. La *facola* non è facilmente visibile che ai bordi del Sole; al centro spesso è celata, soprattutto per un occhio inesperto. Le *facole* se-

ISTITUTO DI GEOGRAFIA ECONOMICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA
Digitized by Google

guono le variazioni delle macchie e sono legate al periodo undecennale. In quanto alla loro distribuzione in latitudine si è trovato che vi è, un massimo principale, che si sposta colle macchie e un massimo secondario, vicino ai poli, che scompare al momento in cui le macchie sono in grande diminuzione. L'unione delle *facole* forma il *reticolato facolare*.

8. **Reticolato fotosferico.** — Herschel trovò che la superficie solare non è continua; vista con un ingrandimento medio prende l'aspetto di una buccia di arancio, ed aumentando l'ingrandimento si mostra formata da piccoli nodi brillanti, chiamati *grani di riso*, che si staccano da un fondo più oscuro. I grani, rotondi in generale, sono spesso allungati vicino alle macchie, e formano filamenti ben distinti nella penombra, da assomigliare alle *foglie di salice*. Il Janssen astronomo francese, morto nel 1907, ha ottenuto alcune fotografie solari di circa 50 cm. di diametro. Esse ci fanno vedere che gli elementi granulari sono generati da corpi molto analoghi alle nostre nuvole atmosferiche e, come esse, galleggiano in un mezzo meno denso. La scoperta però principale del Janssen è stata quella del *reticolato fotosferico* (tav. III), minuta intrecciatura di solchi, oscuri in apparenza pel contrasto dello splendore dei granelli luminosi di varie forme, che contengono. L'opinione del Janssen su questo reticolato è: che le regioni di minore chiarezza siano quelle della superficie, che noi vediamo attraverso una porzione del Sole in un momento di singolare agitazione, mentre le parti in cui i dettagli della granulazione sono chiari e bene definiti, sieno quelle attualmente coperte da un'atmosfera straordinariamente tranquilla ed omogenea. Queste regioni si scambiano continuamente a vicenda, appunto come le aree di tempesta e di bel tempo si alternano sulla superficie della Terra, ma con velocità incomparabilmente maggiore.

9. **Luce solare.** — Risulta dalle fotografie solari, che il potere luminoso risiede principalmente nelle granulazioni, e quindi in una piccola porzione della superficie del Sole. La quantità della luce, che emette il Sole, è espressa da un ottilione 575 settilioni di candele, ossia dal numero 1575 con 24 zeri.

La luce del Sole supera 20 miliardi di volte quella della più splendida stella che brilla in cielo, cioè di Sirio. In modo che per vedere il Sole ridursi a un punto luminoso, il cui splendore fosse eguale a quello di Sirio, bisognerebbe che la Terra si allontanasse dal Sole di 140000 volte la sua distanza attuale.

Il Sole è più luminoso al centro che all'orlo, e il colore della luce è differente: l'orlo è di un colore bruno come di cioccolatte, ed il centro quasi azzurrognolo, prendendo come campione di bianchezza l'ordinaria luce del Sole.

Il Sole senza la sua atmosfera, ossia senza la cromosfera e la corona, sarebbe parecchie volte più splendente di quanto ora lo vediamo. La quantità di luce ricevuta dalla Terra sarebbe forse quintuplicata, e la tinta della luce sarebbe più azzurrognola: giacchè l'atmosfera solare tinge in rosso la luce, che l'attraversa, appunto come l'atmostera terrestre fa al tramonto del Sole, ma in minor grado.

10. **Calore del Sole.** — Il calore, che emette il Sole, è sufficiente per fondere ad ogni minuto secondo uno strato di ghiaccio della grossezza di 25 cm., il quale coprisse la sua intera superficie: ossia questo calore è quello, che si svilupperebbe dalla combustione di 11 quadrilioni, 600 mila miliardi di tonnellate di carbon fossile formanti un'unica fornace. Esso sarebbe capace di far bollire ad ogni ora 2900 miliardi di km. cubi di acqua presa a zero gradi.

Si è cercato anche di dare in gradi il valore della temperatura dello strato superiore della fotosfera, ma fra gli scienzati vi è poco accordo in questa determinazione: p. es. il P. Secchi, colle sue osservazioni, trovò che questa temperatura raggiungerebbe i 5 milioni e un terzo circa di gradi, mentre altri trovarono 10.000 gradi centigradi ed ultimamente 6000. Pare che quest'ultimo numero sia più razionale di tutti gli altri; esso sarebbe però un minimo. Ad ogni modo questa temperatura supera tutte le più alte raggiunte nei forni elettrici.

La quantità di calore, che il Sole manda alla Terra in un anno, sarebbe capace di liquefare uno strato di ghiaccio dell'altezza di 30 metri, il quale ravvolgesse tutta la Terra; e la quantità di calore che il Sole irradia nello spazio è 2 miliardi e 138 milioni di volte più considerevole di quella che riceve la Terra. Se il Sole venisse al posto della Luna, la Terra si fonderebbe come cera.

Fino a poco tempo fa due erano le teorie proposte a spiegare l'origine del calore persistente del Sole: una di esse metteva la fonte di questo calore nell'urto incessante di materiali meteorici contro il Sole, l'altra in una lenta contrazione del Sole stesso.

La Terra riceve costantemente l'urto di aeroliti e di meteoriti d'origine cosmica, non è dunque inverosimile supporre che il Sole, l'intensità attrattiva del quale è molto più forte di quella della Terra, serva di bersaglio a un bombardamento molto più sensibile del nostro.

Ora è stato calcolato che un corpo del peso di un chilogrammo, cadendo nel Sole, colla velocità di 610 km. per secondo, velocità che esso acquista venendo dallo spazio, svilupperebbe qualche cosa come 45 milioni di grandi calorie, ossia 6000 volte più calore che la sua combustione non saprebbe produrre, fosse esso formato di carbone o d'idrogeno solidificato bruciante nel-

Digitized by Google

l'ossigeno. Con questi dati basta che cada sul Sole kg. 1,1 di materia per metro quadrato e per ora affine di compensare la perdita di calore in causa dell'irradiazione subìta dal Sole stesso.

Ora, ammesso che sul Sole cadano questi aeroliti, siccome la temperatura del Sole è presso a poco costante: bisognerebbe ritenere che ne cadesse ogni anno la stessa quantità. Di più questa materia andrebbe ad ingrandire le dimensioni del Sole. È vero che, dato che sul Sole si formi ogni anno uno strato di materia di 10 metri di spessore, ci vorrebbero 35 mila anni per constatare l'aumento di un secondo nel suo diametro, aumento che sarebbe passato inosservato, vista la poca precisione delle misure antiche. Ma non si potrebbe dire lo stesso della massa solare, la quale in un intervallo di 4000 anni dovrebbe essere cresciuta di un cinque millesimo, e in 2000 anni il movimento della Terra si troverebbe ritardato di un ottavo di anno, ciò che non si è constatato.

Altri ammettono come sorgente di calore la contrazione del Sole. Una contrazione di 30 metri per anno basterebbe per compensare la perdita del calore solare; bisognerebbero 18263 anni per produrre una variazione di un secondo nel diametro del Sole. Ora siccome la vita dell'uomo sulla Terra è ancora giovane, non è stato possibile constatare tale contrazione, e quindi non possiamo dire nulla se il Sole realmente si contragga.

Dopo la scoperta del radio, fatta alcuni anni fa, si è pensato di spiegare l'energia termica del Sole coll'ammettere in esso una quantità di questo corpo. Si sa che un grammo di radiò sviluppa 100 calorie all'ora: basterebbero grammi 3,6 per ogni metro cubo di materia solare per supplire alla perdita di calore. Veramente nel Sole non si è trovato il radio, ma bensì l'elio, il quale sarebbe un prodotto del radio stesso. Di tutte e tre queste ipotesi, quella che è più favorevolmente accettata dagli astronomi è la seconda.

11. **Vita del Sole.** — Ed ora, in sul finire di questo capitolo, possiamo domandarci: per quanto tempo durerà il calore benefico del Sole sulla Terra, in modo da mantenere in essa la vita? Confortatevi, o lettori, che per noi e pei nostri figli ne abbiamo; giacchè, a quanto pare, secondo i calcoli di un grande scienziato, il Sole continuerà a dar calore sufficiente per la esistenza dell'umanità per 10 milioni d'anni, avendo esso una vita di 60 milioni di anni e ritenendo che circa cinquanta siano passati. Anche il Sole, come tutte le cose create, ha un principio nel passato, avrà una fine nell'avvenire.

Digitized by Google

II - LA LUNA

1. Introduzione. — 2. Dimensioni. — 3. La Luna vista ad occhio nudo. — 4. Eclissi. — 5. Movimenti. — 6. Luce cinerea. — 7. Macchie lunari. — 8. Montagne. — 9. Crateri. — 10. Circhi. — 11. Picchi. — 12. Spaccature. — 13. Striscie. — 14. Meteorologia della Luna. — 15. Influenza lunare. — 16. Abitabilità della Luna.

1. **Introduzione.** — La Luna, compagna fedele della Terra, dopo il Sole è il corpo celeste, che più colpisce i nostri sensi. Questa Dea degli innamorati, tanto cantata dai poeti, più o meno desiderata dagli amanti, mai abbastanza dai navigatori, ha destata sempre la curiosità degli uomini, i quali avendola così da vicino, furono desiderosi di sapere, se in essa vi sia la vita, e come questa si manifesti. Per ciò ne studiarono tutti i movimenti, e la superficie a loro visibile, e credettero per qualche tempo e qualcuno crede ancora di vederne i sussulti manifestantisi con eruzioni vulcaniche o con cambiamenti nella posizione dei crateri, e stettero in forse per attribuire ad essa un'atmosfera, causa e sorgente di una vita presso a poco analoga alla nostra. Vedremo però che la scienza ha dato un responso negativo a queste supposizioni; e la Luna compie il suo giro attorno alla Terra, come un corpo in uno stato di raffreddamento e di solidificazione avanzati, attratto da essa solo per la forza di gravitazione universale.

2. **Dimensioni.** — La Luna è un satellite della Terra, cioè un astro che gira intorno ad essa e con una velocità di un kilometro circa al minuto secondo. La sua distanza da noi è variabile, perchè non descrive propriamente un cerchio, ma una ellisse: in media si ritiene di 60 raggi terrestri, ossia 384000 km., un quattrocentesimo di quella che ci separa dal Sole, quantità estremamente piccola, rispetto alle distanze celesti, quando si pensi che il Sole dista dalla Terra 24 mila raggi, e Nettuno, che è il pianeta più remoto dal Sole 120 mila. Ne segue, che fra la Terra e la Luna potrebbero stare 29 globi terrestri, l'uno accanto all'altro in linea retta. Supposto che vi fosse aria in tutto lo spazio compreso fra i due corpi, se succedesse una esplosione nella Luna, questa si udrebbe da noi 13 giorni e 8 ore dopo avvenuta. Un treno, con una velocità di 60 kilom. all'ora arriverebbe alla Luna in 38 settimane. Una palla di cannone della velocità di 500 m. al secondo impiegherebbe da 8 a 9 giorni circa per raggiungere il satellite. La sua luce viene a noi in un secondo e un quarto. Se la Luna avesse a cadere sopra la Terra, la catastrofe avrebbe luogo 6 giorni e un quarto circa dopo il primo movimento.

Il diametro apparente della Luna è eguale a quello del Sole; non bisogna però conchiudere che la grandezza reale della Luna sia eguale a quella del Sole, perchè abbiamo visto che le distanze sono molto differenti. Il diametro lunare misura 3482 kilom., ossia è circa i tre undicesimi di quello della Terra, esso è all'incirca la distanza da Londra al Mar Caspio, o dallo stretto di Gibilterra alla Crimea. È istruttivo l'aprire una carta d'Europa ed il tracciarvi con un compasso un circolo che abbia un diametro eguale a quello della Luna, in scala eguale a quella della carta. Questo circolo ci permetterà di apprezzare a dovere le dimensioni del nostro satellite. Posto il centro del circolo a un dipresso nel centro della carta la circonferenza abbraccia la massima parte d'Europa, il suo percorso è il seguente: dai monti Urali la circonferenza passa al nord della Svezia e Norvegia, attraversa il mare del Nord, tocca quasi appena la costa orientale d'Inghilterra, e passando attraverso la Manica e pel centro della Francia, entra nel Mediterraneo. Divide per metà la Sardegna e, radendo la costa meridionale della Sicilia, si mantiene nettamente al sud dell'Arcipelago Greco, procede sotto l'Asia Minore e tocca di nuovo terra in Palestina. Qui si rialza verso il settentrione, abbraccia il Mar Nero, tagliando una piccola porzione del Mar Caspio, per ritornare agli Urali e compiere il giro del continente.

La superficie totale è di circa 38 milioni di kilom. quadrati, ossia presso o poco quella delle due Americhe, dei quali vediamo 22 milioni. Il volume è circa un cinquantesimo quello della Terra. La densità della sua materia è 653 millesimi della densità media del nostro globo, è invece tre volte e mezza quella dell'acqua, cioè il globo lunare pesa tre volte e mezza più che un globo d'acqua delle stesse dimensioni, e il suo peso assoluto è di 72 sestilioni di kilogrammi. La

Digitized by Google

forza di gravità alla superficie della Luna è un sesto della terrestre; se un abitante della Terra si trasportasse nella Luna, solleverebbe pesi 6 volte maggiori di quelli che è capace sollevare in Terra. Un uomo del peso di 70 kilog. nel nostro pianeta, trasportato nella Luna, non peserebbe che 11 kilog. e mezzo.

3. **La Luna vista ad occhio nudo.** — Ognuno sa ciò che gli astronomi intendono per fasi della Luna: queste sono le apparenze variate, e che si riproducono periodicamente nello stesso ordine: l'intervallo è detto *mese lunare*. Le fasi della Luna mostrano: 1.° che si ravvolge intorno alla Terra; 2.° che riceve la sua luce dal Sole; 3.° che essa è un corpo opaco di figura sferica. Difatti seguiamola in queste sue fase.

Trascorsi due o tre giorni dalla *Luna nuova*, si comincia a vedere una delicatissima falce luminosa, dalla parte di ponente, le estremità della quale sono rivolte in parte contraria al Sole. In causa del moto di rotazione della Terra, la Luna tramonta dopo poco tempo dacchè è tramontato il Sole, per farsi vedere la sera seguente più illuminata e più distante dal Sole. Sette giorni circa dopo il novilunio, la Luna si fa vedere a noi, come un mezzo cerchio illuminato; in questo tempo essa è alla massima altezza sull'orizzonte, quando il Sole tramonta, e leva quando è mezzodì. Allora si ha il *primo quarto*, e si dice anche che la Luna è in *quadratura*, o pure che è *dicotoma*, cioè divisa in due parti eguali. Continuando quindi la Luna ad allontanarsi verso oriente, la sua parte luminosa va aumentando, in modo che 14 giorni dopo il novilunio si mostra sotto la forma di un circolo intero illuminato. In allora la Luna è in direzione opposta al Sole, e leva presso a poco al tramonto di questo; a mezzanotte raggiuge la sua massima altezza. In questa posizione si ha la *Luna piena* o il *plenilunio*. Nei giorni seguenti il plenilunio, la parte occidentale del disco lunare principia a perdere la sua luce finchè, trascorsi sette giorni circa, apparisce di nuovo in forma di un mezzo circolo illuminato verso oriente, in modo che è sempre verso il Sole che si rivolge il semicerchio che termina la porzione rischiarata, onde il moto volgare: *Gobba a ponente, Luna crescente; gobba a levante, Luna calante*. Allora la Luna è alla sua massima altezza quando il Sole leva, e tramonta a mezzodì; in questa posizione si dice che la Luna è nella sua *seconda quadratura* o nell'*ultimo quarto*. Dopo il secondo quarto, avvicinandosi sempre più al luogo apparente del Sole, la fase luminosa va diminuendo, finchè poi immergendosi nei raggi solari sparisce del tutto e ritorna la Luna nuova.

Questa successione delle fasi della Luna, che si riproducono indefinitamente e sempre nello stesso modo, è la conseguenza evidente del movimento dell'astro intorno alla Terra. Inoltre, avendo la Luna sempre rivolta la porzione illuminata verso il Sole, dobbiamo ritenere che essa riceva la luce da quest'astro. Quando è il novilunio, possono succedere l'eclissi di Sole; giacchè la Luna, essendo situata fra la Terra ed il Sole, può collocarsi davanti ad esso in modo da nasconderci i suoi raggi. L'eclissi di Sole dimostrano che la Luna è un corpo opaco. I contorni delle sue fasi dimostrano infine che è anche un corpo sferico (tav. IX).

4. **Eclissi.** — L'eclissi di Sole si distinguono in totali, parziali, annulari. L'eclissi totali hanno luogo, quando la Luna ci nasconde interamente il Sole; lo spettacolo in questo caso è uno dei più spaventevoli e meravigliosi, e molti, che hanno assistito a più eclissi totali, rimasero sempre attoniti, giacchè sembra la natura tutta si commuova.

Sentite che cosa ne dicono alcuni testimoni oculari. Così si esprime l'Arago in tale proposito: « È certo che il velo di cui si copre a poco a poco il Sole, e che spande sulla natura qualche cosa di triste e di lugubre, colpisce gli animali governati dall'istinto, non meno che gli stessi uomini, di uno spavento più o meno grande ». Un amico di Halley, inviandogli una descrizione particolareggiata dell'eclisse totale del 28 luglio 1851, scrive: « Questo spettacolo era il più spaventevole che io vedessi in mia vita »; e l'astronomo reale Airy, che osservava la stessa eclisse a Göttenberg, scrive nelle « Transazioni della Società Reale astronomica di Londra »: « L'approssimarsi della totalità fu accompagnato da quella apparenza indescrivibilmente misteriosa e triste di tutto il circonvicino prospetto, che io avevo già veduto in altra occasione ». Infine il sig. Hind dice « che, durante l'oscuramento, l'intero paese era oppresso d'una tristezza non naturale; le persone intorno a lui prendevano un aspetto cadaverico non terrestre ». Quella notte inaspettata che succede ad uno splendido giorno quando ancora il Sole dardeggia in mezzo al cielo, accompagnata da un abbassamento sensibile di temperatura, fa l'effetto di una pioggia dirotta, che cada sulle spalle. L'animo resta prostrato, il corpo abbattuto, il viso impallidisce al vedere la terra interamente nera. Gli uccelli arrestano il loro volo e vanno nei nidi, gli animali terrestri e gli insetti sospendono il loro lavoro. Narra l'Arago che in una mostra di alcuni reggimenti l'agitazione aumentava secondo che procedeva l'eclisse, ed al punto nel quale fu totale, regnò un silenzio così profondo, che in una ragunata di 20 a 25 mila persone, che assistevano a quella mostra, e 4 in 5 mila soldati, non fu pronunziata una sola parola; e conclude: Il risultato della impressione più ordinaria è una specie di sentimento d'inquietudine, che si tradurrebbe in questo concetto: e se ciò continuasse?

Le eclissi suscitarono paure nei tempi antichi

Digitized by Google

e nel medio evo e la paura delle eclissi ebbe talvolta delle conseguenze assai strane. Erodoto narra di una guerra durata molti anni fra i Siri ed i Medi verso il 600 a. C., cessata improvvisamente a cagione di tenebre repentine che si produssero durante il giorno in causa di una eclisse. Di paura per l'eclisse dicesi morisse nell'840 Lodovico il Bonario.

Le eclissi totali sono rare e succedono per una zona ristretta di Terra, in modo che gli astronomi per osservarle a scopo di studio devono intraprendere alle volte viaggi lunghi e faticosi. Si è calcolato che uno stesso luogo della Terra è visitato in media da un'eclisse totale soltanto ogni 360 anni.

La tav. II mostra l'eclisse totale di Sole del 30 agosto del 1905, come fu osservata nella Spagna. Questa eclisse era totale nella Spagna, in Algeria, Tunisia e nella Tripolitania. Le descrizioni fatte dagli astronomi e anche dai profani, che hanno avuta la fortuna di assistere alla totalità, mettono in grado di giudicare della imponenza dello spettacolo e della impressione profonda, che lascia in chi lo ammira.

La zona della totalità aveva circa 200 km. di larghezza e si estendeva dal Labradore all'alto Egitto, passando sulla Spagna e sulla Tunisia. Ora in tutta questa zona sono state mandate missioni scientifiche dalle varie nazioni e ciò fu opportuno perchè, mentre nella Spagna le nuvole hanno contrariato in generale le osservazioni, in Algeria, in Tunisia e nella Tripolitania, il tempo è stato bellissimo e il successo è stato completo.

In questa eclisse la cromosfera era di un rosso violaceo risplendente; belle protuberanze si elevavano qua e là come pennacchi di fumo tranquillo. Due di esse erano perfettamente antipode. Al di là della cromosfera la corona interna era potentemente luminosa, tinta in bleu pallido, aveva sui bordi raggi dorati di una tinta calda color oro rosso. I getti coronali ad occhio nudo si mostravano molto diritti e cessavano di essere visibili alla distanza di un diametro e mezzo dal Sole.

Le protuberanze furono viste prima e dopo la totalità, secondo alcuni avevano colore rosso ciliegia, secondo altri rosso vivo, secondo altri ancora erano del tutto bianche. Un osservatore ne descrive tre magnifiche di color rosso-corallo un poco carico. Egli dice che il loro bordo superiore era dentellato, la loro forma richiamava quella di certi tulipani, i cui peduncoli fossero considerevolmente ingrossati.

Si sono prese varie fotografie della corona e si sono fatti disegni ad occhio nudo (tav. II). Del resto gli astronomi sono stati tutti d'accordo nello stabilire, che gli aspetti ad occhio nudo e fotografico della corona si combinavano esattamente coll'aspetto previsto in rapporto allo stato dell'attività solare.

In questa eclisse oltre allo studio della corona solare, delle protuberanze, si fecero osservazioni sul fenomeno delle ombre mobili e fuggenti e su quello cosidetto delle frangie d'ombra, fenomeni che hanno luogo al principio e alla fine delle eclissi totali.

Questi fenomeni hanno qualche cosa di analogo a quelle ondulazioni luminose, che si osservano sulle facciate delle case prospicienti i canali, (come a Venezia), dipendenti dalla luce solare, che batte su esse, dopo che è stata riflessa alla superficie dell'acqua un po' agitata (vedi tav. II).

Queste ondulazioni luminose sono state notate per la prima volta da Arago nell'eclisse del 1842, ma una descrizione completa non la dà che Diamilla Müller di Milano in occasione dell'eclisse del 22 dicembre 1870 osservata in Sicilia. Il Müller scrive: « Appena il disco solare fu oscurato e l'ultimo raggio di luce scomparso, come per incanto, ci fu dato di poter osservare il bellissimo fenomeno delle ombre vacillanti e cadenti oblique sulla Terra. Queste ombre avevano la forma di lunghe fasce ondeggianti, mobilissime, come spinte da forte vento, parallele fra loro, della lunghezza apparente di circa mezzo metro, separate e distinte le une dalle altre, ma succedentisi con furia, e lunghe quanto era lungo il piano sul quale si projettavano ». Le frangie d'ombra nell'eclisse del 28 maggio 1900 presentarono, in certi momenti, aspetti mai prima osservati. Esse erano formate di un nastro bleu ardesia carico, di un centimetro di larghezza; ondeggiavano rapidamente e procedevano parallelamente nella stessa direzione apparente dell'ombra della Luna sulla Terra, prima della totalità, e in direzione opposta dopo la totalità. Non si conosce ancora la causa di queste apparenze, che hanno qualche cosa di arcano, di sovrumano, di indefinibile; pare una danza di mille e mille riflessi d'anime che dall'infinito del passato si trasfondono sotto ai nostri occhi nell'eternità dell'avvenire.

Mentre succede un'eclisse totale per una ristretta regione, ne succede una parziale per altre due regioni, dall'una e dall'altra parte della zona della totalità. L'eclisse dicesi *annulare*, quando rimane visibile soltanto un anello del disco solare, essendo il resto della sua superficie intercetto dalla Luna. Le eclissi annulari avvengono raramente e solo quando il cono ombroso della Luna (vedi fig. a destra tav. IX) non giunge alla Terra per essere quella al suo apogeo. In tal caso l'angolo sotto il quale un osservatore dalla Terra vede il Sole è maggiore di quello sotto il quale vede la Luna, ossia il diametro apparente del Sole è maggiore del diametro apparente della Luna.

Gli astronomi pubblicano ogni anno alcune carte (tav. IX), nelle quali sono segnati ed uniti con curve i luoghi del globo terrestre, che partecipano in un dato istante, o ad una data fase.

Digitized by Google

del fenomeno di un'eclisse. Così p. es. sono dati i luoghi in cui comincia, si ha il mezzo, o finisce l'eclisse al levare o al tramontare del Sole, o pure quei luoghi, che godono della massima fase o che vedono eclissato il Sole di una data frazione del suo diametro.

Nell'anno 1820 abbiamo avuto in Italia un'eclisse annulare, ed un'altra nel 1857, quantunque quest'ultima non sia stata osservata per il cielo nuvoloso.

Solamente durante le eclissi totali sarà possibile risolvere una questione molto agitata fra gli astronomi, quella dell'esistenza di un pianeta fra Mercurio ed il Sole. Nell'eclisse del 29 luglio 1878 due astronomi americani credettero vedere questo pianeta: disgraziatamente le loro osservazioni non concordavano troppo, furono acerbamente censurate, e da quasi tutti gli astronomi ritenute false.

Nelle eclissi successive questo ipotetico pianeta fu con tutta cura, ma infruttuosamente, cercato: ciò non prova nè che quel corpo non esista nè che gli astronomi americani abbiano veramente veduto quello od un altro ignorato piccolo globo celeste. La fotografia celeste delle eclissi, ora assai facile, applicata durante le totalità, che si presenteranno in avvenire, risolverà forse la questione.

Le eclissi (tav. IX) di Luna succedono quando la Luna è nel suo plenilunio; allora può darsi che la Terra, la quale si trova fra il Sole e la Luna, intercetti i raggi solari, che rischiarano la Luna, in modo da oscurarla. Le eclissi lunari si dividono in totali e parziali. Sono totali, quando la Luna è completamente oscurata. Non si deve credere però che la Luna scompaja del tutto, essa resta tinta d'una luce rossastra, con macchie più o meno oscure. Questa luce è dovuta ai raggi solari, che attraversano la nostra atmosfera. Un'eclisse totale di Luna è totale per tutti i luoghi della Terra che vedono la Luna: e così pure se è parziale. Per assistere ad un'eclisse di Luna bisogna che il plenilunio avvenga di notte. Il fenomeno dell'eclisse succede nello stesso istante fisico per tutti i luoghi della Terra.

5. **Movimenti.** — Dalle fasi lunari e dalle eclissi abbiamo arguito che la Luna gira intorno alla Terra in un mese lunare, e si trasporta con essa intorno al Sole. Oltre a questi movimenti essa ne ha un altro, che è quello di rotazione intorno a sè stessa, il quale movimento succede nello stesso tempo in cui avviene quello di traslazione intorno alla Terra: per il qual fatto non vediamo della Luna che mezzo emisfero, e l'altra metà ci resterà sempre invisibile. In fatto poi noi vediamo più di mezzo emisfero lunare, e precisamente, supponendo divisa la superficie della Luna in 1000 parti ne vediamo 576, e questo per un fenomeno che si chiama librazione e che qua non è il luogo di spiegare.

6. **Luce cinerea.** — Quando la Luna ha due o tre giorni, e si vede in cielo dalla parte di ponente con una delicatissima falce illuminata, pare che questa falce abbracci il disco oscuro della Luna, il quale rimane visibile per una luce debole e come fosforescente, di un colore grigiastro, detta luce *cinerea*. È questa la luce solare, riflessa una prima volta dalla Terra alla Luna, una seconda volta dalla Luna alla Terra.

La luce cinerea ci presenta un fenomeno ottico molto sensibile, cioè la dilatazione apparente della falce luminosa, che è sempre di un diametro molto più grande del disco oscuro della Luna. Gli Inglesi chiamano questa parvenza « La Luna vecchia fra le braccia della nuova ». Un tale effetto deriva dal contrasto di una forte luce, posta a lato di una debole. Lo stesso fenomeno succede due o tre giorni prima del novilunio, ed allora si osserva la Luna ad oriente prima del levare del Sole.

7. **Macchie lunari.** — Ad occhio nudo si distinguono pure, quando è plenilunio, alcune macchie sulla superficie lunare. Fra le parti oscure e le luminose si disegna vagamente una specie di figura umana: due occhi, il naso e la bocca. Con un cannocchiale da teatro si possono distinguere due teste in atto di baciarsi. Tali somiglianze non si devono che alla fortuita configurazione geografica del nostro satellite. Ma se noi osserviamo la Luna con un cannocchiale astronomico di qualche ingrandimento, distinguiamo particolari che ora illustreremo e che si vedono nella fig. alla tav. V. La nostra fig. ha il nord al disotto, il sud al disopra, l'est a diritta, l'ovest a sinistra, precisamente come si vede la Luna nei cannocchiali astronomici, che capovolgono le immagini degli oggetti.

I particolari della superficie lunare si distinguono in pianure, montagne, crateri, spaccature, striscie.

Le pianure si indicano anche col nome di mari, non perchè somiglino ai nostri, ma perchè la luce del Sole riflessa in esse ce le fa apparire come macchie di un colore grigio-scuro, nello stesso modo che si suppone sarebbero veduti i nostri mari, essendo noi situati fuori della Terra. Uno dei mari principali, situato all'occidente e vicinissimo al bordo lunare, visibile due o tre giorni dopo il novilunio, è quello *delle Crisi (Mare Crisium)*: esso si presenta sotto forma ovale e regolare, isolato in mezzo alla tinta più luminosa del bordo. Fra il mare delle Crisi e il centro della Luna, c'è il *mare della Tranquillità (Mare Tranquillitatis)*, che projetta verso l'ovest due appendici, della quale la più occidentale e la più grande forma il *mare della Fecondità (Mare Fecunditatis)*, mentre l'altra è il *mare di Nettare (Mare Nectaris)*.

Se ora dal mare della Tranquillità si rimonta verso il nord si trova il *mare della Serenità*

Digitized by Google

(Mare Serenitatis). Questo mare è attraversato in tutta la sua lunghezza da una striscia brillante, presso a poco rettilinea. Il *mare dei Vapori (Mare Vaporum)* è come un prolungamento, verso il centro, di quello della *Serenità*. Poi il *mare delle Piogge (Mare Imbrium)* e venendo verso l'est, l'*oceano delle Tempeste (Oceanus Procellarum)*, più grande di tutti, i cui contorni meno marcati vanno a perdersi, verso il sud, nel *mare degli Umori (Mare Humorum)* e nel *mare delle Nubi (Mare Nubium)*

Questi i principali, di alcuni è data la superficie nella tav. V, essi projettano sulle loro rive o nei loro prolungamenti macchie oscure più piccole, che hanno avuto il nome di golfi, laghi, paludi. In complesso vi sono 14 mari ed altri 8 tra paludi, golfi e laghi: il maggior numero dei mari si trova, come abbiamo visto, nell'emisfero boreale.

8. **Montagne.** — La superficie lunare si vede ancora coperta di asperità e di depressioni; vi sono cavità di dimensioni diverse, e nelle quali predomina la forma arrotondata o annulare, per ciò si deve ritenere che la Luna sia di natura eminentemente vulcanica. Nell'Alvernia, in Islanda si trovano dei vulcani spenti, che rappresentano in piccolo ciò che il mondo lunare ci offre in grandi proporzioni su quasi tutta la sua superficie. I Campi flegrei, vicini al Vesuvio, hanno una somiglianza spiccata con un distretto vulcanico lunare. Le asperità sono le montagne della Luna, le quali sono tutte cave, e si è stabilito di chiamare *crateri* o *vulcani* le cavità lunari di piccole e medie dimensioni, *circhi* quelle che hanno dimensioni più considerevoli e *picchi* le montagne isolate di forma piramidale o conica. Vi sono inoltre catene di montagne, fra le quali, le più importanti, gli Appennini fra il mare della Serenità e quello delle Piogge, i Carpazi che sono un prolungamento degli Appennini e vanno dall'ovest all'est, la catena del Caucaso e le Alpi al nord del mare della Serenità (tav. VI).

9. **Crateri.** — Fra i principali crateri si nota, al sud della Luna sotto il mare delle Nubi, *Ticone (Tycho)*, che sembra come il centro di un vasto sistema di montagne crateriformi; poi fra il mare delle Piogge e l'oceano delle Procelle, *Copernico, Aristarco, Keplero* (tav. V); nel centro *Tolomeo, Arzachel, Albatenio* (tav. VI); infine *Platone* (tav. VII) sulla riva settentrionale del mare delle Piogge rimarchevole per la tinta oscura del suo fondo.

Questi crateri sono molto più grandi dei crateri terrestri; il Vesuvio, che è uno dei maggiori vulcani europei, non sarebbe nella Luna, che uno dei piccoli crateri appena visibili.

10. **Circhi.** — Fra i circhi notiamo *Shickardt*, il più grande di tutti, situato un po' al disotto del mare degli Umori verso il bordo sud-est della Luna (tav. V), di 800 kilom. di circonferenza, e di 51000 kilom. quadrati di superficie. *Clavio* al disotto di Ticone verso sud, e *Grimaldi* sulla riva orientale dell'oceano delle Tempeste.

11. **Picchi.** — Fra i picchi abbiamo *Calippo* nella catena del Caucaso, *Huggens* negli Appennini, *Doerfel* e *Leibnitz* presso il polo sud.

Le montagne della Luna sono state misurate con pari esattezza di quelle della Terra, e di alcune diamo le altezze nelle tav. V. Si vede, che ve ne sono che oltrepassano i 7000 metri, cioè rivaleggiano colle più alte cime delle Cordigliere delle Ande: e quantunque le più elevate sieno 1000 metri circa al disotto di quelle della Terra pure esse sono giganti relativamente alla piccolezza dell'astro, che le porta. Se le più alte fra le montagne terrestri arrivano ad $^1/_{1481}$ del diametro del pianeta, nella Luna giungono ad $^1/_{454}$ del diametro del satellite. Ve ne sono talune così stranamente situate, che le loro vette non conoscono notte; giammai il Sole è tramontato per esse, si possono chiamare i *monti della luce eterna*.

12. **Spaccature.** — Curiose nella Luna sono le *spaccature* o *crepacci* di forma rettilinea, per solito della profondità da 400 a 500 metri. Appajono subitanee alla superficie lunare, scompajono d'un tratto e non si vede dove cominciano e dove finiscono. Il numero di queste spaccature al giorno d'oggi è di circa 1000, fra le principali c'è quella di *Hyginо*, che attraversa 10 crateri di 2 a 3 kilom. di larghezza.

Schroeter, che credeva la Luna abitata, diceva che queste spaccature erano canali; altri le hanno credute letti di fiumi; nè l'una cosa nè l'altra è vera. Probabilmente sono semplici squarciature della superficie lunare, originate da contrazioni delle masse superficiali.

13. **Striscie.** — Si notano inoltre nella Luna le *striscie luminose*, le quali formano sistemi raggianti, che hanno per centri qualcuno dei principali crateri o circhi lunari. Il più singolare sistema è quello che parte da Ticone. Immaginatevi più di cento striscie luminose di una larghezza variabile, divergenti in tutti i sensi al nord e al sud, all'est e all'ovest, che vanno colla stessa intensità sulle montagne e sulle pianure, che vincono i bordi dei circhi, e vanno a perdersi a distanze variabilissime, la più grande delle quali arriva a 3000 kilom.; cioè più di un quarto della circonferenza della Luna. Anche da Copernico, Aristarco e Keplero irradiano tali striscie, in modo che prendono il nome di *crateri raggianti*.

Non ci conosce nè la natura nè l'origine di queste singolari apparenze. Un astronomo tedesco crede di vedere in esse un fenomeno di vegetazione analogo alla fogliazione e spogliamento annua dei nostri viali di grandi pioppi.

Più seriamente gli astronomi francesi Loewy e Puiseux vedono invece ceneri e polveri projettate dai crateri.

Digitized by Google

14. **Meteorologia della Luna.** — constatato che la Luna non ha atmosfera, o ne ha una di densità molto piccola, e quindi non ha acqua, ragione per cui non possono in essa vivere esseri simili a quelli che sono in Terra. L'immobilità e il silenzio della morte regnano assoluti. Humboldt chiama la Luna un deserto silenzioso e morto. In essa i giorni si succedono alle notti di egual durata senza crepuscoli: non vi sono penombre. Crepuscolo, sera, alba, aurora sono parole senza uso e senza significato nel mondo della Luna. Una sola cosa viene in qualche modo a moderare sulla Luna il repentino succedersi della luce e delle tenebre, ed è il lento suo moto di rotazione, in grazia del quale il Sole impiega più di un'ora a sorgere intero sull'orizzonte di un dato luogo, ed altrettanto ad abbandonarlo interamente.

Di notte l'oscurità è profonda; si disegnano in un cielo nero le stelle, la via lattea, la luce zodiacale e la nostra Terra (tav. VIII), che brilla con un disco tredici volte più grande di quello col quale la Luna brilla a noi.

Il Sole dura sopra un orizzonte qualunque della Luna circa 15 giorni dei nostri, nei quali riscalda la superficie quasi al calore dell'acqua bollente. A questi giorni cocenti, privi sempre di nubi, senza alcuna corrente aerea, succedono delle notti nelle quali il freddo raggiunge quello dei nostri inverni polari. Con tale differenza di temperatura fra il giorno e la notte, certo non potrebbero vivere piante ed animali analoghi ai nostri. Mentre il giorno lunare è uguale a trenta giorni terrestri, l'anno invece non è che di 346, ossia conta meno di 12 giorni lunari.

Bouguer ammette che nelle condizioni più favorevoli la Luna ci invia un trecentomillesimo della luce che ci manda il Sole; e Vollaston invece crede sia un ottocentomillesimo.

La Luna non ci manda calore, o pure tanto poco, che per constatarlo sono necessari strumenti sensibilissimi. Concentrando con una enorme lente un fascio di raggi solari si possono ottenere temperature vicine ai 2000 gradi, mentre invece pel calore lunare non si arriverebbe che a un centocinquantesimo di grado.

Nulla sappiamo di certo circa la temperatura assoluta della superficie lunare, che alcune osservazioni vorrebbero uguale a quella dell'acqua che agghiaccia; ignoriamo pure se la Luna abbia un calore interno di origine.

La luce lunare ha una azione chimica su certe sostanze terrestri, e per questa azione appunto sono possibili le fotografie lunari.

15. **Influenza lunare.** — Nei secoli passati si credeva dai nostri antenati all'influsso sinistro o propizio degli astri sul nostro pianeta e su coloro, che lo abitano. Gli uomini che nascevano al lunedì, in epoca di Luna Piena, erano predestinati a un carattere melanconico, taciturno, flemmatico: la Luna proteggeva il collo e il braccio destro dell'uomo. Se non si voleva che i propri figli avessero una faccia come la Luna, non bisognava scegliere per data del matrimonio l'epoca della Luna Piena. I medici assegnavano i giorni più opportuni del mese lunare per purgarsi, per bagnarsi, per salassarsi ed anche per farsi tagliare i capelli e radere la barba. Ed ancora al giorno d'oggi alcuni credono all'influsso della Luna sul taglio dei capelli.

L'opinione popolare vuole che la Luna influisca sui mutamenti di tempo, sullo stato dell'atmosfera, sulle piante, sugli animali, sulle donne, le uova, le sementi, sopra tutto insomma.

Questo è troppo, e certamente non è esatto; ma forse tutto neppur è falso, e se la Luna non è la causa efficiente, può essere un indizio per il fenomeno che ad essa si attribuisce. Non ha alcuna base di verità l'opinione popolare, secondo cui i quarti della Luna sarebbero il segnale dei principali cambiamenti di tempo, questi cambiamenti succedono con eguale frequenza in tutti i giorni della lunazione. Il male è che noi notiamo soltanto i casi favorevoli, quando vogliamo renderci sicuri della verità di un proverbio o di un detto, e tralasciamo di segnare i casi contrari. Ma se si segnassero, si vedrebbe che non c'è alcuna ragione per propendere in un senso o nell'altro. Ne pure è confermato il detto; *quarta vel quinta qualis sit tota luna talis*, cioè che dallo stato dell'atmosfera, che ha luogo nel quarto e quinto giorno della Luna, si possa argomentare sull'indole del tempo per l'intera lunazione.

I marinai dicono che la Luna è menzognera, e spiegano questo loro giudizio dal fatto, che, quando la Luna scrive in cielo la lettera D (ossia è nel primo quarto), che è l'iniziale della parola *decrescente*, essa al contrario cresce, e quando invece scrive la lettera C (ossia è nell'ultimo quarto), che è l'iniziale della parola *crescente*, essa precisamente in questo tempo decresce.

Si dice: *La luna mangia le nubi;* e difatti spesse volte si vede che, o al levar della Luna o quando è alta sull'orizzonte, intorno ad essa le nubi scompaiono. Notiamo subito che non di rado, anche di giorno, le nubi leggere diventano più piccole, e, innalzandosi, scompajono in pochi minuti. Ma potrebbe darsi che gli strati superiori della nostra atmosfera fossero quelli che assorbono il calore lunare, che a noi non giunge e quindi le nubi, rarefacendosi, per l'elevazione di temperatura, le particelle condensate di vapore acqueo, delle quali sono composte, verrebbero dissipate, o meglio il vapore passerebbe dallo stato visibile all'invisibile.

L'azione nocevole, per esempio, che gli agricoltori attribuiscono alla Luna rossa di aprile o maggio sui giovani germogli delle piante, non è effetto della Luna, la luce lunare in questo caso non è che indizio di un'atmosfera serena,

Digitized by Google

e quindi è probabile che in queste notti si effettui il gelo delle piante. La Luna non ha che il solo torto di assistere radiosa e quasi giuliva a questi bruschi raffreddamenti della vegetazione.

L'influenza che la radiazione lunare deve esercitare sopra la vegetazione, dai dati che abbiamo prima riferiti sulla luce e sul calore della Luna, deve essere molto debole, a meno che non si voglia supporre che le piante abbiano assolutamente bisogno di veder chiaro durante un certo numero di notti per ogni mese, affine di elaborare certi materiali assimilati nei periodi precedenti.

Dobbiamo quindi ritenere che, se la Luna ha una qualche influenza sui fenomeni meteorici o di altro genere, questa è talmente mascherata, che agli scienziati fino ad ora non è stato possibile estricarla e renderla manifesta, e che il grande produttore e regolatore massimo delle vicende atmosferiche sarà sempre il Sole.

L'osservazione della Luna è un eccellente mezzo per giudicare della purezza del cielo e della abbondanza di umidità nelle regioni superiori dell'atmosfera. Il fenomeno frequentissimo delle aureole, che circondano la Luna, è dovuto alla diffusione della luce lunare per mezzo delle sottili goccioline d'acqua in sospensione sull'atmosfera. La larghezza della corona dipende dalla finezza e dall'abbondanza delle goccioline interposte, e rivela l'umidità delle regioni superiori dell'atmosfera, allorquando la limpidezza del cielo ci sembra appena velata. Se le goccioline sono piccole, il diametro della corona è più grande; se esse sono più grosse, la corona si rinserra e si avvicina all'astro prendendo più intensità. Ora la pioggia si produce, non appena le goccioline d'acqua hanno un diametro sufficiente per non permettere più di restare sospese nell'atmosfera sotto forma di nubi. Si può dunque prevedere la pioggia, quando la Luna è circondata dall'aureola, e il diametro di questa va restringendosi progressivamente.

La tradizione popolare quindi sbaglia quando dice: « Cerchio lontano, acqua vicina: cerchio vicino, acqua lontana », dovrebbe almeno dire il contrario.

La chiarezza dei corni della Luna è pure un indice della purezza del cielo.

Possiamo quindi dire che, se i corni del crescente spiccano netti sul fondo del cielo, la Luna è chiara e senza aureole in giro, vi è tutta probabilità di bel tempo. Se invece i corni sono confusi, il crescente è segnato con macchie nere, il disco della Luna è rossastro e circondato da aureole, vi è tutta probabilità di cattivo tempo.

L'influenza indubitata della Luna sulla Terra è quella, che essa esercita per la sua massa sulle acque dei mari. Il fenomeno regolare e periodico delle maree, cioè dell'abbassarsi e dell'innalzarsi delle acque due volte al giorno, è strettamente legato all'azione della Luna e del Sole. Si cerca ora di trarre vantaggio, come forza motrice, della enorme massa d'acqua, che viene messa in moto dalla Luna. Si ritiene che essa sarebbe sufficiente per mettere in movimento tutte le macchine della Terra, e non vi sarebbe più bisogno di combustibile.

Alcuni credono che, come esistono maree acquee, vi debbano essere maree atmosferiche e maree sotterranee, le quali dovrebbero produrre i terremoti. Fino ad ora su questi due argomenti la scienza nulla ha di positivo.

16. **Abitabilità della Luna.** — Antica e non meno attraente è la questione se un globo quale è la Luna sia abitato ed abitabile.

Senza atmosfera e senz'acqua certo si è che vita o animale o vegetale analoga a quella della Terra è assolutamente inconcepibile. Questo però non vuol dire ancora, come scrive l'illustre astronomo Giovanni Celoria, direttore della R.ª Specola di Milano, che la Luna sia un mondo spento e assolutamente privo d'ogni vita, prese queste parole nel suo significato più vasto e vero, e in ciò sarebbe contrario all'opinione dell'Humboldt.

La vita è varia, multiforme nel suo svolgersi, nè dalla vita sulla Terra può arguirsi con sicurezza la vita nel cosmo. Sulla Terra stessa la vita ha preso nelle diverse età geologiche forme interamente diverse, ed ancora oggi nessuna mente, che non fosse guidata dall'osservazione dei fatti, potrebbe concepire tutte le forme sotto le quali la vita terrestre si mostra, e dalle condizioni di essa sui continenti ideare la vita quale si svolge nelle profondità dell'Oceano, o dalla vita umana arguire le strane e mirabili e rapide trasformazioni per le quali passa quella di un insetto.

Non è impossibile quindi che anche sulla Luna una certa vita possa esservi, ma se vita esiste, essa ha certissimamente forme diverse dalle vite che hanno soggiorno in Terra, forme inoltre che noi non possiamo intuire.

Digitized by Google

III - LA TERRA

1. Introduzione. — 2. La Terra ha una forma globosa. — 3. Dimensioni. — 4. Movimenti e coordinate geografiche. — 5. Stagioni. — 6. Zone. — 7. La vita sul pianeta. — 8. Origine e fine della Terra, ossia prima ed ultima catastrofe.

1. Introduzione. — Per conoscere la parte che noi abbiamo nell'Universo, è necessario studiare il pianeta in cui viviamo. La Terra è un nulla nell'immensità dello spazio, e chi sa a quanti monda ignota, quando si consideri che il suono di un formidabile esplosione, che avvenisse nella stella più vicina e che potesse giungere a noi, impiegherebbe più di tre milioni d'anni per fare questo cammino, e che uno dei nostri treni, che percorresse 60 km. all'ora, impiegherebbe 60 milioni di anni. Le stelle, questi soli simili al nostro, lanciati nello spazio a milioni, più grandi le migliaia e i milioni di volte del nostro, e forse centri di altrettanti sistemi planetari, stanno là a testificare la nostra piccolezza. L'uomo, nato ieri per morire domani, su un globo perduto nel brulichio dei mondi, dovrebbe umiliarsi davanti gli universi stellari, che s'involano come vortici di polvere attraverso lo spazio senza fine, durante l'eternità senza anni, senza giorni e senza ore. Che cosa siamo noi, confrontati a tanti altri esseri più perfetti, più intelligenti, che abiteranno gli altri mondi? Lo studio dell'astronomia per l'uomo ha questo vantaggio, che lo fa stare veramente nel posto, che a lui è assegnato nella grande armonia del creato, mentre per più secoli si credette il centro e lo scopo della creazione.

2. La Terra ha una forma globosa. — Gli antichi credevano, che la Terra fosse una pianura sterminata con lievi ondulazioni, sostenuta da qualche cosa, ma in seguito si conobbe che essa è un globo isolato nello spazio (tav. X). Per dimostrare questa verità vi sono parecchi fatti: 1.° Il modo come si presentano o scompaiono gli oggetti terrestri all'orizzonte; 2.° I viaggi di circumnavigazione; 3.° L'ombra projettata dalla Terra in un'eclisse di Luna; 4.° L'analogia della Terra cogli altri astri.

1.° Non vi ha alcuno, il quale non abbia visto partire da una spiaggia una nave. La parte di essa, che prima scompare, è lo scafo, poi il ponte di comando, le vele e infine le cime degli alberi. Ora, se la Terra fosse piana, la nave si dovrebbe vedere completamente fino al punto al quale arriva la nostra vista, più in là dovrebbe scomparire tutta d'un tratto.

I naviganti pure, che arrivano a scoprir terra, vedono dapprima le montagne, le cime dei campanili, poi le cupole delle chiese, i tetti dei fabbricati, ed infine gli alberi e la pianura.

2.° I viaggi di circumnavigazione intrapresi da ardimentosi viaggiatori, i quali, partiti da un dato luogo, dopo aver seguito, con lievi divergenze, in causa degli ostacoli, il viaggio in una stessa direzione di levante o di ponente, ritornarono nello stesso luogo. Il primo viaggio di circumnavigazione fu fatto dal portoghese Magellano, il quale partì nel 1519 da S. Lucar di Barrameda. Egli però non ebbe la fortuna di tornare al luogo di partenza, perchè fu ucciso nell'isola di Zèbu dagli indigeni, e in sua vece prese il comando della flottiglia Sebastiano d'Elcano, che approdò di nuovo a S. Lucar nel 1522.

3.° Quando succede un'eclisse di Luna, è la Terra, che projetta l'ombra sulla Luna. Ora quest'ombra è precisamente quella che projetterebbe un globo sopra un altro globo.

4.° Si è trovato, che tutti i pianeti hanno la forma sferica: ora la Terra è un pianeta, è quindi ovvio conchiudere che anch'essa sia sferica.

Qualcuno potrebbe obbiettare alla sfericità della Terra le ineguaglianze che si trovano alla sua superficie, quali le alte montagne e le immense profondità dei mari. Ora si sa, che la montagna più alta del nostro mondo, è il Guarisankar, nell'Himalaia, la cui altezza è di 8840 m., e la profondità massima, finora trovata è, di 8500 m. nell'Oceaneo Pacifico Settentrionale, vicino alle isole Curili. Ebbene, se prendiamo un ordinario mappamondo del diametro di 40 cm. e poi una lista di carta così sottile, da doverne prendere 100 fogli per fare lo spessore di 25 mm., ed incolliamo questa lista sulla superficie del globo, lo spessore di questa rappresenterebbe l'altezza della più alta montagna.

Così pure l'Oceano potrebbe essere rappresentato da uno strato di liquido, lasciato sulla superficie di questo globo di 40 cm. da un pennello di

Digitized by Google

pelo di cammello. Quindi si può ritenere che la nostra Terra sia proporzionalmente più liscia, alla sua superficie, di una melarancia.

3. **Dimensioni.** — Stabilita presso a poco la forma della Terra, vediamo quali sono le sue dimensioni.

Se si conduce in una sfera un piano, il quale passi pel centro, la sezione, che si ottiene, è un *cerchio massimo*. La circonferenza di un cerchio si può dividere in 360 parti, ciascuna delle quali si chiama *grado*: qualora si conosca la lunghezza di un grado, si ha l'intera circonferenza, e quindi il raggio, la superficie e il volume della sfera.

Ora tutti gli studi degli scienziati si rivolsero a determinare la lunghezza di un grado, e trovarono che, ritenuta la Terra sferica, un grado misura m. 111.195. Quindi la circonferenza è di 40 milioni di metri, il raggio 6 milioni 371 mila, la superficie di 510 milioni di km. quadrati, il volume di 1.082.841 milioni di km. cubi.

Dei 510 milioni di superficie 383 sono coperti dalle acque, gli altri 127 dai continenti. I continenti sono cinque: Asia, America, Africa, Europa, Australia. Vi sono poi due complessi di terre sparse: l'Oceania (Nuova Zelanda, Melanesia, Micronesia, Polinesia), e le Terre polari. Mari sono pure cinque: Oceano Pacifico o Grande Oceano, Oceano Atlantico, Oceano Indiano, Mar Glaciale Artico e Mar Glaciale Antartico.

La densità media dei materiali terrestri è 5 volte e mezza quella dell'acqua, e quindi il peso della Terra è di 5875 sestilioni di kilogrammi, cioè 5875 seguito da 21 zeri. In questo peso non è compreso quello dell'atmosfera, che avvolge il nostro pianeta e che lo accompagna attraverso lo spazio. L'atmosfera si estende forse ad una altezza di 200 km., ed il suo peso è di 5 quintilioni di kg. in cifra tonda. L'atmosfera ha una parte importantissima nell'economia terrestre.

In realtà la Terra non è perfettamente sferica, e si intende facilmente anche la ragione. Difatti, se si prendono due liste di cartone, si incurvano a cerchio, si montano sopra un asse e poi si fanno girare rapidamente intorno ad esso, i punti vicino all'estremità dell'asse (ossia i poli) si deprimono, ed i cerchi si allungano lateralmente (all'equatore). Lo stesso fenomeno è avvenuto per la Terra, la quale un tempo era allo stato fluido, ed era dotata, come è al presente, di un movimento di rotazione. Lo schiacciamento della Terra è circa un trecentesimo, vale a dire che il polo è di tanto più vicino al centro della Terra, che non l'equatore. Il raggio all'equatore è circa 6 milioni 377 mila metri, quello al polo circa 6 milioni 356 mila metri, in modo che la differenza è di 21 kilom.

4. **Movimenti e coordinate geografiche.** — La Terra ruota su sè stessa in 24 ore, e l'asse intorno a cui succede la rotazione, se si immagina prolungato fino in cielo, passa vicino a una stella brillante, che si chiama la polare. Effetto della rotazione diurna è l'apparente rotazione da levante a ponente della vôlta celeste nella quale sembrano fissati gli astri. Le prove della rotazione della Terra sono molte:

1.ª Se la Terra fosse immobile nello spazio, allora il moto diurno del cielo da est ad ovest sarebbe una realtà; senonchè compiendosi esso esattamente in 24 ore, ed essendo gli astri a distanze enormemente varie da noi, dovrebbero avere straordinarie velocità e tutte diverse una dall'altra, ma tutte per altro tali, che in 24 ore si compia la rivoluzione: che se invece si ammette che il piccolo corpo (Terra) ruoti esso da ovest verso est, in modo che in 24 ore abbia compiuta una rotazione, tutti i fenomeni sono spiegati senza ricorrere a forze e velocità spaventevoli. Il secondo fatto è d'accordo colla semplicità dei mezzi dei quali si serve la natura, e perciò esso ispira al filosofo maggiore fiducia di verità.

2.ª L'osservazione ha mostrato che tutti i pianeti e il Sole e la Luna ruotano: ora la Terra è un pianeta: perchè essa dovrebbe sottrarsi alla legge generale?

Oltre a queste vi sono altre prove dirette, p. es., la forza centrifuga sviluppata all'equatore, la deviazione apparente del piano di oscillazione del pendolo a filo, la deviazione verso est dei gravi liberamente cadenti, la direzione nella quale spirano alcuni venti, ecc.: ma queste prove qui non possono essere studiate.

La obbiezione che si fa dal volgo al movimento di rotazione della Terra, è quella che noi non ne abbiano alcun sentore; tale obbiezione è puerile affatto, perchè lo stesso succederebbe ad un viaggiatore, il quale sopra un idroplano percorresse un fiume. Egli vedrebbe camminare le sponde, gli alberi, le case, e se non fosse dalla sua nascita mai uscito dall'idroplano, e di più avesse ricevuto un'educazione tale da farlo convinto che le apparenze sono realtà, non si convincerebbe facilmente che la sua idea è falsa.

L'idea della rotazione della Terra si trova espressa chiaramente presso alcuni filosofi greci, quando Tolomeo si impose colla sua autorità per far accettare il suo falso sistema, e così la verità rimase sepolta per 14 secoli. Furono Copernico e Galileo, ai quali appartiene l'onore di aver chiamato in vigore le idee dei filosofi antichi sulla rotazione della Terra.

La Terra adunque ruota intorno a una linea immaginaria, che si chiama *asse terrestre*, e le estremità, si dicono i *poli*. Un piano perpendicolare all'asse e passante pel centro della Terra determina sulla superficie una sezione circolare, che si chiama *equatore terrestre*, i cerchi minori paralleli all'equatore si dicono *paralleli terrestri*. L'equatore divide la Terra in due emisferi, boreale ed australe: l'emisfero boreale è quello che

Digitized by Google

contiene l'Europa, l'altro l'australe. Un piano passante per i poli taglia la Terra in un cerchio massimo, che si chiama *meridiano*; infiniti sono i meridiani, come pure i paralleli.

Ogni luogo terrestre si trova nell'incontro di un meridiano con un parallelo. La distanza di un luogo dall'equatore, contata sul meridiano che passa per il luogo, si dice *latitudine geografica*; essa può essere o boreale od australe, secondo che il sito è nell'uno o nell'altro emisfero. La distanza di un meridiano da un meridiano, che si prende come iniziale, contata sull'equatore, si dice *longitudine geografica*, ed anche essa prende due nomi, orientale od occidentale, secondo che il sito è all'oriente o all'occidente del meridiano iniziale o primo meridiano. Si prende come meridiano iniziale per la geografia quello così detto dell'isola del Ferro, che passa a 20 gradi all'occidente di Parigi, per la marina e l'astronomia commemente quello dell'Osservatorio di Greenwich vicino a Londra, o quello che passa per l'Osservatorio Nazionale di Parigi. Quando si conosca la latitudine e la longitudine è completamente individuato il luogo: queste due quantità si dicono le coordinate geografiche del sito (tav. X).

Uno dei problemi, dei quali si occupano gli scienziati al giorno d'oggi, è quello dello spostamento dell'asse di rotazione della Terra e quindi dei poli.

È questo un problema importantissimo, per la risoluzione del quale si stanno facendo osservazioni in quattro punti del globo. Intanto fino ad ora si è verificato: che la latitudine varia in un periodo di 430 giorni, che, al massimo valore della latitudine in un meridiano, corrisponde il minimo nell'antimeridiano, ed infine che il movimento viene nella direzione dall'ovest all'est.

Lo spostamento dell'asse di rotazione va intimamente connesso coll'ipotesi che si fa sulla costituzione della Terra.

L'astronomo Gyldén vorrebbe spiegarlo con una particolare costituzione di grandi caverne, ripiene di materia facilmente movibile, ad una certa profondità della massa terrestre, e mossa da una forza ad azione intermittente, che creerebbe fenomeni analoghi a quelli presentati dai *geyser*. Altri astronomi invece attribuiscono le variazioni della latitudine alla circolazione degli oceani e dell'atmosfera, altri infine all'influenza dei fenomeni meteorologici e geologici insieme. Nulla però possiamo ancora dire di positivo circa la causa, e dobbiamo accontentarci soltanto di aver accennato al fenomeno, giacchè solo il volger di molti anni e lo studio accurato e indefesso può risolvere problemi di tale importanza.

La Terra si muove anche intorno al Sole in una elisse di circa 933 milioni di km. (tav. X) ad una distanza media di 148.7 milioni di km.; e questo viaggio lo fa in $365^{g}\ 6^{h}\ 9^{m}$ correndo in media da 29 a 30 km. al minuto secondo. La velocità, colla quale viaggiamo nello spazio, è tale che essa supera di 1100 volte quella di un celerissimo convoglio ferroviario, e di 75 volte quella di una palla di cannone. Se la Terra venisse repentinamente arrestata nella sua corsa, il movimento trasformandosi in calore, un immenso incendio divamperebbe il mondo.

Effetto di questo movimento è l'apparente spostamento del Sole da ponente a levante, in mezzo alle stelle fisse. Difatti, supponiamo di essere in mare di notte su una nave e di vedere un faro. Se noi, a una certa distanza dal faro, giriamo attorno ad esso, vediamo projettarsi sull'orizzonte la sua luce; e se non sapessimo che ci spostiamo e che il faro è fisso, saremmo naturalmente portati a credere che il faro ruoti intorno a noi. Il faro rappresenta il Sole, la nave la Terra, i vari punti dell'orizzonte le diverse plaghe del cielo.

Il moto della Terra intorno al Sole fu dimostrato formalmente per la prima volta da Copernico nella sua opera intitolata « *De revolutionibus orbium coelestium* », che comparve nei primi mesi dell'anno 1543.

Le prove del moto di traslazione della Terra sono varie, fra queste: l'analogia della Terra cogli altri pianeti, i quali girano attorno al Sole; l'enorme grandezza del Sole rapporto alla Terra; le apparenze (stazioni e retrogradazioni) che presentano i moti dei pianeti, le quali apparenze si spiegano molto più semplicemente nell'ipotesi del moto della Terra intorno al Sole, che nell'ipotesi della sua immobilità. Vi è poi il fenomeno dell'aberrazione della luce, quello delle stelle cadenti e la gravitazione universale, la quale ci dice che il Sole è il corpo principale del nostro sistema planetario, e che i diversi pianeti, compresa la Terra, sono in movimento intorno a quest'astro centrale.

Oltre questi due movimenti principali la Terra ne ha altri più complicati e di minore importanza, come quello che abbiamo accennato, insieme col Sole e con tutto il sistema planetario verso un punto della costellazione di Ercole (tav. X).

Noi andiamo, così scrive il Flammarion, verso questa costellazione con una velocità per lo meno eguale a quella che ha la Terra nella sua orbita, e nel nostro viaggio attraverso l'infinito scopriamo nuove stelle e nuovi mondi.

5. **Stagioni.** — Il moto di traslazione del nostro globo intorno al Sole produce, riguardo a noi, la successione delle stagioni e degli anni (tav. X); le stagioni poi sono prodotte dall'inclinazione dell'asse terreste rispetto al piano nel quale succede il movimento. Le stagioni sono quattro: primavera, estate, autunno, inverno, ed hanno principio ai 20 di marzo, 21 giu-

Digitized by Google

gno, 22 settembre e 21 dicembre, circa un dì prima o dopo, secondo gli anni. Siccome la linea percorsa dalla Terra dalla primavera all'autunno è un po' più lunga del ramo opposto, compreso fra l'autunno e la primavera, così la durata delle stagioni di primavera e di estate è più lunga di quelle dell'autunno e dell' inverno.

Le fig. 1, 2, 3, 4 nella tav. X rappresentano la posizione della Terra e del Sole respettivamente nei giorni sopraindicati. La prima rappresenta la Terra, il giorno dell'equinozio di primavera, cioè circa il 20 marzo: l'equatore (E Q) è rivolto direttamente al Sole (S'), la luce e il calore sono egualmente distribuiti ai due emisferi boreale ed australe, il limite dell'emisfero illuminato dal Sole, rappresentato nella nostra figura dalla retta N S, passa pei due poli, e divide in due parti eguali tutti i paralleli: i giorni sono eguali alle notti perogni punto della Terra.

La seconda figura rappresenta la posizione della Terra il giorno del solstizio d'estate, cioè circa il 21 giugno. L'equatore (E Q) è inclinato al sole (S'), ed esso illumina e riscalda più della metà dell'emisfero boreale, e meno della metà dell'altro emisfero. La posizione, nella quale il Sole passa sopra il capo a mezzogiorno, non è più all'equatore, come nella fig. 1, ma nel punto T, che ne è distante di 23 gradi e mezzo circa. Il limite (CC') dell'emisfero illuminato taglia i paralleli in parti disuguali, in modo che nell'emisfero boreale i giorni sono più lunghi delle notti, e nell'altro emisfero sono più brevi.

La figura terza rappresenta la Terra all'equinozio d'autunno, cioè circa il 22 settembre. Qua si ripete quanto si è detto per la figura prima.

La figuraquarta rappresenta la Terra nel solstizio d'inverno, cioè circa il 21 dicembre. L'equatore (E Q) è inclinato al Sole (S'), ma il polo nord ne è più distante. Il Sole illumina e riscalda più della metà dell'emisfero australe, e meno della metà del boreale; i giorni e le notti sono disuguali e nell'emisfero australe i giorni sono più lunghi delle notti, nel boreale sono più brevi.

Possiamo quindi riassumere e dire:

1.° Il giorno ha una durata costante e sempre eguale a quella della notte nei punti che trovansi all'equatore.

2.° Agli equinozi il giorno ha la medesima durata ed è eguale alla notte in tutti i punti della Terra.

3.° Nel resto dell'anno la durata del giorno varia fino alla latitudine di 66° 33' in ambedue gli emisferi fra limiti tanto più estesi quanto più è alta la latitudine.

4.° Nelle latitudini superiori a 66° 33', il Sole non tramonta e non sorge per più giorni di seguito.

La durata del giorno varia da 9h 9m a 14h 51m in latitudine eguale a 40°
La durata del giorno varia da 8.34 a 15.16 in latitudine eguale a 45°
La durata del giorno varia da 7.51 a 16.09 in latitudine eguale a 50°
La durata del giorno varia da 5.30 a 18.30 in latitudine eguale a 60°
La durata del giorno varia da 0.00 a 48.00 in latitudine eguale 66°-33'
Alla latitudine di 70° il sole non tramonta per 65 giorni e non sorge per 60
Alla latitudine di 80° il sole non tramonta per 134 giorni e non sorge per 127
Ai poli il sole non tramonta per 186 giorni e non sorge per 179.

La massima sorgente di calore per la Terra è il Sole, dunque quando il Sole dimora maggiormente sopra il nostro orizzonte e ci dirige meno obliquamente i suoi raggi, si avrà più caldo.

Ora il giorno più caldo dell'anno teoricamente dovrebbe essere per il nostro emisfero il giorno del solstizio d'estate; ciò non succede. Difatti la massima temperatura della stagione dipende dalla differenza fra il calore che ci manda il Sole e viene accumulato dalla Terra, e quello che la Terra stessa irradia di notte. Ora, quando i giorni sono più lunghi delle notti e il Sole si eleva ad una grande altezza sull'orizzonte, la Terra va immagazzinando calore, fino a che pel raccorciarsi dei giorni e pel decrescere dell'altezza del Sole, all'incremento di temperatura durante il giorno fa completamente equilibrio la perdita di calore durante la notte. Il giorno in cui si verifica questo equilibrio deve essere il giorno più caldo. Con un ragionamento analogo si dimostra che il giorno più freddo non è il giorno più corto dell'anno, ossia quello del solstizio d'inverno. Il massimo caldo che sia stato registrato dagli uomini è di 56 centigradi sulle coste sud del mar Rosso, e il massimo freddo di 63 centigradi sotto zero nella Siberia orientale.

6. **Zone.** — Il circolo di illuminazione nel solstizio d'estate e in quello d'inverno si trova distante dai poli di 23 gradi e mezzo; ora, se si fanno passare a questa distanza due piani paralleli all'equatore terrestre, si ottengono sulla superficie della Terra due circoli minori, che si dicono i *circoli polari*, uno artico, l'altro antartico, i quali contengono le regioni terrestri, che in due epoche opposte dell'anno, per un periodo più o meno lungo, non vedono sorgere il Sole, ovvero non lo vedono tramontare.

Abbiamo visto ancora che in queste epoche il Sole a mezzogiorno si trova successivamente sopra il capo degli abitanti, che distano dall'equatore di 23 gradi e mezzo; ora se si fanno passare a questa distanza, sulla superficie della sfera, due cerchi paralleli all'equatore, si hanno i due *circoli* tropici, il *tropico del Capricorno*, sul quale cadono verticali i raggi del Sole nel solstizio d'inverno, e il *tropico del Cancro*, in cui tale vicenda succede nel solstizio d'estate.

I circoli polari e i tropici dividono la superficie terrestre in cinque zone: la *zona torrida*, che è compresa fra i due tropici e viene tagliata per metà dall'equatore, la quale abbraccia 202 milioni di kilom. quadrati; le *due zone temperate*, comprese fra i tropici e i circoli polari dei rispettivi emisferi, le quali abbracciano comples-

Digitized by Google

sivamente una superficie di 264 milioni di kil. quadrati; ed infine le *due glaciali*, in forma di calotte sferiche, limitate dai circoli polari, e che abbracciano 44 milioni di kil. quadrati.

7. **La vita sul pianeta**. — Al presente la vita nel nostro pianeta si manifesta esteriormente colle piante che ne ammantano la superficie, cogli animali che la popolano, e l'umanità che lo abita. Si conoscono 120 mila specie vegetali, 300 mila specie animali; non vi ha che un'unica specie umana, perocchè l'umanità è l'incarnazione dello Spirito. Questa specie umana conta ora 1497 milioni di individui dei quali 343 milioni e mezzo sono in Europa, 830 e mezzo in Asia, 203 in Africa, 115 in America e 5 nell'Australia ed Oceania. Molti di questi individui hanno tormentato la loro mente per conoscere l'origine e la fine del mondo sul quale siamo costretti a soffrire; ma ancora gli scienziati non hanno detto su questo argomento l'ultima parola.

8. **Origine e fine della Terra, ossia prima ed ultima catastrofe**. — Pare che la Terra siasi staccata da una nebulosa primitiva, la quale comprendeva tutto il sistema planetario, e della quale parleremo nel capitolo seguente. Certo che in principio doveva essere una massa fluida per la forma che presenta, perchè soltanto una massa fluida ruotando può schiacciarsi alle estremità dell'asse di rotazione e gonfiarsi a 90° di distanza, ossia all'equatore. Le parti superficiali si sono in seguito solidificate a poco a poco ed hanno preso la forma, che conservano al presente, di mari, continenti, montagne, valli, ecc. Di più la fluidità della Terra deve essere stata ignea, giacchè, di mano in mano che discendiamo entro Terra, la temperatura aumenta, ed aumenta di un grado per ogni trenta metri di profondità, in modo che è probabile che, a una profondità di 70 kil. circa, tutti i materiali, di cui vediamo formata la superficie della Terra, sieno allo stato liquido.

Progredendo colla profondità, oltre che aumentare il calore, aumenta anche la pressione, e siccome in fisica è dimostrato che la temperatura di fusione delle sostanze cresce coll'aumentare della pressione alla quale sono sottoposte, così molti geologi moderni sostengono che le varie sostanze, le quali si trovano nell'interno della Terra, sieno allo stato solido, appunto per la enorme pressione che sopportano degli strati superiori. A sostegno di questa ipotesi portano il fatto che, se l'interno della Terra fosse ancora incandescente, la crosta terrestre per mantenersi stabile dovrebbe avere uno spessore dai 120 ai 150 km., mentre si ritiene che i focolari dei vulcani sieno ad una distanza più piccola dalla superficie.

Si può quindi concludere che la Terra sia formata da un grande nocciolo centrale solido, metallico o petroso, al disopra del quale si trovi una regine, in cui stanno le sostanze in istato di più o meno completa fusione, ed infine la crosta dello spessore di un centesimo circa del raggio terrestre. Del resto il guscio di un uovo in proporzione è più grosso, rispetto allo spessore delle materie liquide che contiene, della crosta terrestre, rispetto alle sostanze fuse e al nucleo solido.

La consolidazione della crosta terrestre, secondo un grande fisico inglese, non può essere avvenuta meno di 20 milioni d'anni or sono, poichè altrimenti si avrebbe ora un calore interno maggiore di quello che si osserva, nè può essersi verificata prima di 400 milioni d'anni, chè altrimenti avremmo un calore interno minore dell'attuale.

Questa crosta è soggetta a continui movimenti, ora lenti ed insensibili, ora improvvisi e disastrosi, di sollevamento e di abbassamento, e a frequenti rotture, che danno luogo ai vulcani ed alle eruzioni. I quali sconvolgimenti, se talvolta cambiano la disposizione delle terre e dei mari, e seppelliscono od ingojano parte dell'umanità, non sono però quelli che dovranno ridurre la Terra allo stato di corpo silenzioso e morto. Cause di maggiore importanza saranno quelle che determineranno l'ultima catastrofe della Terra. Alcuni scienziati sono dell'opinione che il movimento della Terra intorno al suo asse si renda sempre più lento in causa delle resistenze e degli attriti diversi, che producono le maree nel fondo e nelle sponde del mare. Diminuendo la velocità di rotazione verrà epoca, essi dicono, in cui il giorno terrestre sarà eguale ad un mese lunare, ossia eguale a 1400 ore attuali, ed allora la Terra e la Luna, avvinte da invisibile legame, alle stesse condizioni, si muoveranno in perpetuo nello spazio, formanti quasi un unico corpo cosmico.

A questa opinione si può opporre il fatto che, irradiando il nostro globo continuamente calore verso gli spazi celesti, va raffreddandosi e quindi diminuendo lentamente di volume. Ora col diminuire del volume cresce la celerità colla quale la Terra gira intorno al suo asse. Questo aumento fa equilibrio alla diminuzione, e difatti dai tempi di Tolomeo ai nostri si può dire che la durata del giorno non cambiò neppure di un millesimo di secondo.

Abbiamo veduto, nel capitolo del Sole, che anche quest'astro cesserà dal mandare il suo benefico calore, e allora, raffreddandosi la Terra, le parti liquide e le gasose si consolideranno, quindi proseguirà la concentrazione, l'atmosfera e l'acqua finiranno assorbite dalla sfera solida, e il tutto prenderà la temperatura dello spazio, ossia di 273 gradi sotto zero.

La scienza non può ora, e non potrà forse per molto tempo dire, per quale fenomeno la Terra scomparirà; certo che essa, avendo avuto come corpo cosmico un principio, come tale cesserà di esistere.

Digitized by Google

IV - SISTEMA SOLARE

1. Introduzione. — 2. Sistema Tolemaico. — 3. Sistema Egiziano. — 4. Sistema Copernicano. — 5. Sistema Ticonico. — 6. Generalità sui pianeti. — 7. Mercurio. — 8. Venere. — 9. Passaggi di Mercurio e di Venere. — 10. Marte. — 11. Planetoidi. — 12. Giove. — 13. Saturno. — 14. Urano. — 15. Nettuno. — 16. Ipotesi di Laplace sul sistema planetario.

1. **Introduzione.** — Il sistema solare è il complesso del Sole, di 8 corpi presso a poco analoghi alla Terra, che si chiamano pianeti, di un piccolo pianeta fra la Terra e Marte, scoperto nel 1898 da Witt di Berlino, e che si chiama *Eros*, di 26 satelliti più o meno grandi della Luna, che in seguito potranno anche aumentare di numero; di circa 700 piccoli pianeti detti *pianetini* od *asteroidi*, di un anello complesso, di 19 comete periodiche e di alcuni sciami di polveri meteoriche. Questo sistema, il quale misura più che 8 miliardi di km. di diametro, non è nello spazio che un'oasi circondata da tutte le parti da un immenso deserto, tanta è la distanza che lo separa dagli altri astri. Esso era soltanto in parte conosciuto agli antichi, ed è stato oggetto di grandi discussioni, e per moltissimo tempo gli uomini furono tratti in inganno dalle apparenze e cercarono ingegnosamente di spiegarne la costituzione; quando sorse un genio a confutare gli errori e a render conto dei fenomeni con sano criterio. Le menti umane allora a stento volevano piegarsi alle nuove dottrine; ma il vero trionfa, e la dottrina del Copernico prevalse a qualunque altra.

2. **Sistema Tolemaico.** — Gli antichi non conoscevano che sette pianeti, sotto la quale denominazione comprendevano anche il Sole e la Luna; questi pianeti erano: Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte, Giove, Saturno.

La Terra era il centro di tutto l'Universo, immobile presiedeva a tutti i movimenti: intorno ad essa, secondo Platone, Eudosso ed Aristotile, giravano i pianeti, i quali si succedevano nell'ordine in cui li abbiamo ora nominati ed erano incastrati in sfere solide, connesse per mezzo di cardini materiali colla sfera stellata. Queste sfere formavano i sette cieli, e al di là di Saturno v'era la sfera delle *stelle fisse*, cioè l'ottavo cielo, ed infine il così detto *Primo mobile*, sul quale si fabbricò lo Empireo, dimora degli eletti. Questi cieli, che si credevano fatti di cristallo di rocca, giravano poi in un giorno intorno all'asse del mondo.

Da queste idee degli antichi nacque la settimana di tanti giorni, di quanti appunto erano i pianeti, i quali giorni ebbero il nome dei pianeti, e nacque il sistema dell'Universo detto *Tolemaico* da Tolomeo (tav. XII).

Per spiegare in seguito i movimenti apparenti irregolari che hanno i pianeti, giacchè si avea osservato, come si osserva ora, che alcuni di essi non si scostavano dal Sole da una parte e dall'altra che di una determinata distanza, riprendendo poscia le posizioni primitive, gli antichi immaginarono gli *epicicli* e i *deferenti*.

Supponiamo di avere (tav. XII) un punto M, il quale descriva un cerchio intorno a un punto C, che alla sua volta descrive un altro cerchio intorno a un punto T. Il primo cerchio lo chiamarono epiciclo, il secondo deferente. Se si colloca in M il pianeta Mercurio, in T la Terra, in S il Sole, e si fa muovere il centro C in modo che rimanga sempre sulla retta che congiunge la Terra col Sole, si vede che il pianeta pur descrivendo un cerchio, apparentemente, la sua proiezione nel cielo non si scosta mai dal Sole al di là dei punti A e B. Anche per quei pianeti che prendevano tutte le posizioni rispetto al Sole, gli antichi immaginarono gli epicicli e i deferenti: ma siccome i cerchi da essi descritti intorno al Sole comprendevano la Terra, così li chiamarono *eccentrici*.

La teoria però delle sfere omocentriche, completata da Calippo, durò fino ad Ipparco, il quale trovò quella degli eccentri e degli epicicli, molto meno elegante, quantunque più atta a rappresentare bene i fenomeni.

Le sfere omocentriche furono adottate come base del sistema del mondo dai Peripatetici.

3. **Sistema Egiziano.** — Il sistema Egiziano (tav. XII) che è stato erroneamente attribuito agli Egiziani, mentre fu Eraclide Pontico che lo ha immaginato, non differisce dal precedente, se non che nell'ammettere che i due pianeti Mercurio e Venere girino intorno al Sole, e con esso attorno alla Terra. In questo modo si cominciava a spostare il centro del movimento dalla Terra al Sole, ed anzi, secondo l'illustre scienziato G. V.

Digitized by Google

Schiaparelli, il sistema eliocentrico completo, ossia del movimento di tutti i pianeti intorno al Sole (sistema di Copernico), fu scoperto ancora vivente Eraclide. Egli scrive: « ai tempi di Alessandro Macedone, o pochi anni dopo, la possibilità di spiegare le ambagi dei movimenti planetari per mezzo del moto della Terra intorno al Sole era stata riconosciuta in Grecia da persona di cui forse non apprenderemo mai il nome. Circa mezzo secolo dopo Aristarco di Samo si impadronì di questa idea, e la rese celebre coll'autorità del suo gran nome ».

4. **Sistema Copernicano** — Copernico, nato in Thorn, piccola città della Prussia, nel 1473, basandosi sulle idee di Eraclide piuttostochè sugli epicicli di Tolomeo, mise in luce maggiormente la spiegazione del vero moto del sistema planetario. Egli ammise: che il Sole stesse fermo, e che tutti i pianeti, compresa la Terra, girassero nello stesso senso e quasi nello stesso piano intorno al Sole in tanti cerchi. Egli preparò i lavori che doveano mandare a fascio per sempre le sfere omocentriche, che erano ritornate in voga nel sec. XVI con Girolamo Fracastoro, e tolse alla Terra tutta l'importanza di centro dell'Universo, dandole come satellite la Luna, che d'allora in poi non si considerò più come pianeta. Il sistema Copernicano è l'ultimo anello di una catena, il cui primo anello è il sistema di Eraclide Pontico.

5. **Sistema Ticonico.** — Il sistema Copernicano è stato combattuto dagli uomini, perchè essi volevano assolutamente che la Terra fosse immobile nello spazio, come tutte le apparenze lo mostrano, e allora solo si acquetarono gli animi, quando Tycho-Brahè, rompendo pure le sfere di cristallo, venne fuori con un suo sistema (Sistema Ticonico), il quale ammetteva che i pianeti girassero intorno al Sole, ma questo in compagnia di essi girasse intorno alla Terra immobile nel centro dell'Universo. L'orgoglio umano era di nuovo sodisfatto; ma per poco, poichè si conobbe in seguito che il sistema Ticonico non spiegava del tutto i moti planetari, e che non era possibile ammettere alcun dubbio sulla realtà dei fatti spiegati da Copernico.

A conferma del sistema Copernicano, Galileo nel 1610 scopriva le fasi di Venere, già preconizzate da Copernico. In seguito Keplero dettava le leggi del moto dei pianeti, e Newton quelle sulla gravitazione universale. Con queste leggi si venne a dare al sistema planetario un ordinamento, la cui grandiosa armonia s'accorda con una meravigliosa semplicità.

6. **Generalità sui pianeti.** — Premesso questo, veniamo a dire qualche cosa intorno ai pianeti, che costituiscono il nostro sistema solare.

I pianeti maggiori sono in numero di otto, cioè Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno. Fra Marte e Giove v'è la serie dei piccoli pianeti. I pianeti ci presentano con pochissima differenza l'aspetto medesimo delle stelle, però noi li distinguiamo da esse:

1.° perchè i pianeti non hanno scintillazione, o ne hanno ben poca;

2.° perchè si spostano sulle stelle fisse, movendosi generalmente da ovest ad est;

3.° perchè, guardati con un cannocchiale, appajono come piccole sfere, mentre le stelle, per quanto forte sia l'ingrandimento, restano sempre punti celesti.

I pianeti sono stati divisi in inferiori (Mercurio e Venere), e superiori (Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno): inferiori sono quelli che si allontanano dal Sole, portandosi ad oriente e ad occidente di esso, entro certi limiti, raggiunti i quali tornano ad avvicinarsi; superiori invece quelli che prendono tutte le posizioni rispetto ad esso fino a portarsi in un punto della sfera celeste diametralmente opposto al Sole. Humboldt li ha distinti in interiori ed esteriori; gli uni sono divisi dagli altri dalla zona dei pianetini. Quanto alle distanze, che essi hanno dal Sole, sono differenti; ma, se si vuole un mezzo facile per tenerle a memoria, si può ricorrere alla regola di Titius. Si osservino i numeri seguenti:

0 3 6 12 24 48 96 192 384,

ciascuno dei quali, ad eccezione dello zero e del tre, è doppio del precedente. Si aggiungano ad ognuno di questi numeri quattro unità e si avrà la serie seguente:

4 7 10 16 28 52 100 196 388

o pure dividendo per 10

0,4 0,7 1 1,6 2,8 5,2 10 19,6 38,8

nella quale, indicando col numero uno la distanza, che ha la Terra dal Sole, e che è eguale a 150 milioni di km., si ha che Mercurio dista 0,4, Venere 0,7, Marte 1,6, i piccoli pianeti 2,8, Giove 5,2, Saturno 10, Urano 19,6, Nettuno 38,8 della distanza della Terra. Queste distanze non sono che approssimative e il metodo è puramente mnemonico.

7. **Mercurio.** — Il pianeta più vicino al Sole è Mercurio: esso ne dista in media 58 milioni di km.; è il più piccolo fra i pianeti medi: Mercurio, Venere, Terra e Marte. La forma di Mercurio è quella di una sfera; il suo diametro è un terzo circa (0,38) di quello della Terra, e misura 4816 km.; la sua superficie è appena la settima parte circa della superficie terrestre; il suo volume è un ventesimo di quello della Terra, la sua densità maggiore della terrestre.

Il nostro Sole, visto da Mercurio, apparisce sei volte più grande di quello che lo vediamo noi, e vi diffonde una quantità di calore e di luce, che è sette volte maggiore di quella che noi riceviamo.

Digitized by Google

Questo pianeta, quantunque chiamato dai Greci *Stilbon* (lo splendido), e conosciuto dagli antichi, pure non è stato studiato per la prima volta che circa un secolo fa, da Giovanni Geronimo Schroeter. Causa della dimenticanza, nella quale è stato lasciato, è la difficoltà di vederlo, nelle nostre latitudini, giacchè esso, scostandosi poco dal Sole, leva e tramonta quasi col Sole, e quindi resta immerso nei vapori dell'orizzonte e nella luce solare. Copernico, morto settantenne, lamentava di non aver potuto osservarlo una sola volta in vita sua. Nelle plaghe invece di bassa latitudine l'osservazione di Mercurio in crepuscolo è facilissima. Coi cannocchiali moderni si riesce ad osservarlo con successo nella piena luce del giorno, in presenza del Sole sempre ad esso vicino, attraverso all'atmosfera terrestre potentemente illuminata.

Visto con un cannocchiale presenta le stesse fasi della Luna. Difatti, supponiamo che la Terra sia immobile in T (tav. XIII) (questo si può supporre senza errore, essendo il moto della Terra assai più lento di quello di Mercurio), e che Mercurio descriva il cerchio M'MM'... intorno al Sole; quando il pianeta si troverà nella posizione diametralmente opposta al punto M si presenterà a noi illuminato completamente: ma, essendo alla massima distanza dalla Terra, ci apparirà più piccolo; trasportandosi in M' diminuirà la parte illuminata dal Sole, e si mostrerà a noi come mezzo disco, ma, essendosi avvicinato alla Terra, lo vedremo più grande; infine la falce illuminata si farà sempre più sottile e più grande, finchè scomparirà del tutto quando il pianeta si troverà in M' per poi riprendere le stesse fasi nell'altra metà del suo cammino.

Mercurio ha questo di particolare, che in una delle fasi più ristrette sembra mostrare nel corno (estremità della falce luminosa) australe una smussatura, la quale è stata spiegata ammettendo in quella posizione alti ammassi montuosi. Lo Schiaparelli però dice di averlo sempre visto intero, solo spesso meno luminoso del corno boreale, la quale differenza di splendore, secondo l'illustre astronomo, deve essere la causa che fece attribuire a Schroeter l'apparente troncatura. Fino al 1889 si riteneva che Mercurio ruotasse intorno al suo asse presso a poco in 24 ore, quando lo Schiaparelli, dopo 8 anni di studio, potè stabilire colle sue osservazioni, che Mercurio ruota attorno a sè stesso precisamente nello stesso tempo che impiega per ruotare intorno al Sole, cioè in 88 giorni circa: ossia si comporta rispetto al Sole come la Luna si comporta rispetto a noi, mostrando sempre ad esso l'emisfero illuminato. Vi sono quindi regioni in Mercurio, le quali non vedono mai il Sole; ve ne sono altre che perpetuamente lo vedono.

Alcuni osservatori hanno distinto macchie sul pianeta, e lo Schiaparelli ha notato che queste macchie sono stabili di posizione e di figura, ma non di intensità di colore, in modo che si può supporre che esso abbia un'atmosfera di notabile densità e di imperfetta trasparenza, e che in essa si presentino dei fenomeni meteorici analoghi a quelli che si producono nella nostra. Poco di certo possiamo dire sulla natura delle macchie oscure; meno ancora possiamo ricavare dalle osservazioni fatte fin qui intorno alla natura delle parti lucide di Mercurio e intorno all'ordine di cose esistenti sulla sua superficie in generale.

8. **Venere**. — Non havvi alcuno, il quale in date epoche, ad ogni diciannove mesi circa, non abbia visto, dopo tramontato il Sole, splendere dalla parte di ponente vicino all'orizzonte un bellissimo astro, il più fulgido del cielo, che per la sua luce bianco-verdognola si differenzia dagli altri che lo avvicinano, e per il suo splendore si rende visibile, in condizioni speciali, anche di pieno giorno. Se osserviamo quest'astro in varie sere successive, notiamo che esso va scostandosi sempre più dal Sole, in modo da tramontare sempre più tardi, finchè raggiunta una massima distanza, torna ad avvicinarsi al Sole e tramonta con questo, ed in seguito lo oltrepassa di tanto da levare alla mattina prima di esso. Quest'astro è il pianeta Venere o la stella dei pastori, che gli antichi chiamavano anche Afrodite, Fosforo, Lucifero come stella del mattino, Espero come stella della sera.

Osservato con un buon cannocchiale, Venere presenta fasi (tav. XIII) analoghe a quelle della Luna, e, come per Mercurio, quando essa brilla in tutto il suo splendore, ha il più piccolo diametro perchè si trova alla massima distanza dalla Terra, quando è alla distanza media apparisce falcata ed è di media grandezza, alla distanza minima si vede semplicemente una striscia luminosa sottile e il pianeta ha la massima grandezza.

Venere si trova in condizioni analoghe alla Terra; ha presso a poco lo stesso diametro, la stessa superficie, lo stesso volume: la sua massa è 0,87, la sua densità 5,1, solo l'intensità della radiazione solare è doppia della nostra, giacchè dista dal Sole di 108 milioni di km. e la temperatura dovrebbe essere più elevata che nelle nostre regioni tropicali, se però la sua atmosfera non vi si oppone.

La gravità alla sua superficie è un poco più piccola della nostra, vale a dire un corpo che pesa 100 kilog. sul nostro pianeta, non ne pesa che 80 alla superficie di Venere. Un uomo del peso di 70 kilog. non ne peserebbe più di 56, trasportato su Venere. Fino agli ultimi tempi si credeva che essa ruotasse intorno al proprio asse presso a poco in 24 ore, ma lo Schiaparelli dimostrò che questo moto di rotazione si compie probabilmente in 224,7 giorni circa, cioè in un tempo eguale a quello che impiega per fare il giro intorno al Sole. Si comporta quindi come

Digitized by Google

la Luna e Mercurio: vi sarebbe da una parte del globo di Venere un giorno eterno, e dalla parte opposta una notte senza fine; sopra un emisfero la luce, il calore, l'elettricità con tutti i loro derivati: sull'altro emisfero l'oscurità notturna, il freddo, il letargo, la morte. Certamente queste sarebbero condizioni di esistenza molto strane. La scoperta dello Schiaparelli non è stata ancora provata, anzi le osservazioni di parecchi astronomi farebbero ostacolo per ritenerla vera. Fino a tanto che la questione non è risolta, non si può parlare nè sulle stagioni nè sui climi di Venere.

Le osservazioni hanno ancora mostrato, che Venere ha un'atmosfera molto alta e densa, da una volta e mezza a due volte più alta e più densa di quella della Terra, ma molto somigliante nella sua composizione chimica, e che in essa vi sono nubi. Qualcuno credette di scoprire nel pianeta elevate montagne, osservando certe ineguaglianze nelle estremità delle corna nelle fasi, ma ciò non è per nulla confermato.

L'astronomo Brenner, colla scorta delle proprie osservazioni fatte a Lussinpiccolo, schizzò e pubblicò una carta di Venere, sulla quale alcune macchie di forma certa, sono disegnate ed indicate coi nomi di *Mare Italicum*, *Mare Britannicum*, *Mare Lusitanum*, *Italia*, *Helvetia* e via. Non ostante questo, nulla possiamo dire sulla costituzione fisica della superficie del pianeta, perchè resta sempre indiscutibile il fatto che in generale è grande l'uniformità di splendore della superficie di Venere, e che in tale uniformità, troppo di rado rotta da ombre o macchie permanenti, sta l'ostacolo principale per la risoluzione del problema.

Talora mentre Venere brilla sull'orizzonte ridotta a falce sottilissima, si vede di essa l'intero disco grazie ad una luce debole ed incerta sovr'esso diffusa. È una luce che dicesi *secondaria*, e che finora non si sa spiegare.

Alcuni l'hanno attribuita ad una fosforescenza intrinseca all'atmosfera o alla superficie del pianeta, ma anche questa spiegazione ha il suo lato debole. Se essa fosse vera, la luce secondaria di Venere non potrebbe essere, come nel fatto è, un fenomeno saltuario, ed osservabile solo a lunghi intervalli di tempo.

6. Passaggio di Mercurio e di Venere sul disco del Sole. — I due pianeti Mercurio e Venere, qualora passano davanti al Sole, si projettano in esso in piccole macchie nere: questo fenomeno si chiama il passaggio di Mercurio o di Venere sul disco del Sole. I passaggi di Mercurio avvengono a periodi irregolari di 13, 7, 10 e 3 anni, e sempre nei mesi di maggio o di novembre: quelli invece di Venere succedono a periodi alternati di circa 8 anni e 121, poi 8 anni e 105. Gli ultimi due passaggi si osservarono nel secolo passato negli anni 1874 e 1882; il prossimo avrà luogo il 7 giugno del 2004, e sarà osservato dagli astronomi futuri.

Questi fenomeni sono interessanti sotto diversi aspetti. Il passaggio di Mercurio permetterà forse di acquistare una conoscenza più completa dell'atmosfera che circonda il pianeta: di misurare più esattamente il diametro di questo piccolo globo: di dilucidare più completamente il problema delle perturbazioni che subisce nel suo cammino, perturbazioni che hanno impedito per lungo tempo agli astronomi di poter predire i passaggi di maggio e di novembre. Queste perturbazioni sono al giorno d'oggi molto ben conosciute, ma la loro causa è molto meno conosciuta. Sono esse dovute a un pianeta che gira fra il Sole e Mercurio, come alcuni astronomi lo pretendono, o pure sono esse dovute alla presenza di un mezzo resistente che si estende lontano dal Sole? Questo è un problema che non sembra vicino alla soluzione.

Specialmente i passaggi di Venere sono utilizzati nel determinare la distanza del Sole dalla Terra, secondo un metodo insegnato dall'astronomo inglese Halley. Ora questa determinazione è una delle più importanti, perchè questa distanza è l'unità di misura per il sistema planetario, e si sa bene che, sbagliata l'unità di misura, sono errate anche tutte le altre misure che si ottengono con essa. Governi, Accademie e privati si adoperarono di molto per le osservazioni dei passaggi di Venere del 1761 e 1769. Per il primo passaggio furono spedite compagnie di osservazione a Tobolsk, a S. Elena, al Capo di Buona Speranza, in India; e nello stesso tempo, si osservò il fenomeno negli osservatorî di Greenwich, di Parigi, di Vienna, di Upsala e altrove in Europa. Il secondo passaggio fu osservato anche più largamente, perchè le stazioni scelte andarono dalla Siberia alla California, dal fiordo di Varanger ad Otaheiti e dalla baja di Hudson a Madras.

I passaggi del 1874 e 1882, che si attendevano con impazienza e con la ferma convinzione che a questione della distanza della Terra al Sole sarebbe stata risolta definitivamente, in causa di numerosi perfezionamenti portati alle scienze d'osservazione, all'invenzione dell'eliometro, e all'applicazione della fotografia alle misure celesti, non diedero risultati soddisfacenti. Ragione per cui al giorno d'oggi si ricorre per tale determinazione ad un nuovo metodo facendo tesoro della scoperta del pianeta Eros, che si avvicina alla Terra molto più che ogni altro dei pianeti noti, raggiungendo la distanza di soli 22 milioni di km. Numerose osservazioni sistematiche internazionali furono fatte a questo scopo nel 1900-1901 e si è potuto stabilire che la parallasse del Sole è di 8″,80. Giova però osservare che in queste determinazioni molto delicate un errore soltanto di un centesimo corrisponde ad una differenza nella distanza di 170 mila km.

Digitized by Google

10. Marte. — Dopo Venere abbiamo la Terra, della quale si è parlato nel capitolo precedente, quindi Marte, che si mostra in cielo con un colore rossastro, e perciò gli Ebrei e i Greci lo denominarono coll'appellattivo di *Ardente*.

Marte ci interessa più degli altri pianeti, perchè ha molta analogia colla Terra; e questa analogia fu possibile notare, specialmente per opera dello Schiaparelli, il quale fece del pianeta un vero *rilievo geometrico*, che potrà essere accresciuto di dettagli, ma non alterato nei suoi punti fondamentali. Marte è conosciuto meglio che qualunque altro pianeta, e le carte areografiche(1) di essa sono abbastanza particolareggiate e molto precise.

Esso appartiene ai pianeti superiori; la sua superficie è uguale a tre decimi di quella della Terra, il suo volume è un sesto della Terra; dista in media dal Sole 226 milioni di km., cioè una volta e mezza più che la Terra, quindi la quantità di calore e luce, che riceve dal Sole, è quattro decimi di quella, che noi riceviamo. Siccome però la distanza cambia, perchè l'orbita descritta dal pianeta non è un cerchio, ma una ellissi (come sono pure ellissi quelle degli altri pianeti), così esso si avvicina al Sole fino a 50 milioni di km.; specialmente in questa condizione favorevole (ossia, come si dice, in *opposizione*) lo si studia.

Marte è un globo schiacciato ai poli, ruota intorno a sè stesso in 24 ore circa, e presenta fasi analoghe, ma minori in grandezza, di quelle di Venere e Mercurio; si trasporta poi intorno al Sole in 687 giorni. Le stagioni in esso sono lunghe quasi il doppio delle nostre, e perciò, quantunque il calore che riceve dal Sole, come abbiamo detto, sia circa metà di quello che riceve la Terra, si può tuttavia ritenere che il freddo non sia molto più intenso di quello che abbiamo in Terra. Del resto sono analoghe alle terrestri perchè l'inclinazione dell'equatore all'orbita del pianeta è poco diversa dall'inclinazione analoga che si riferisce alla Terra.

Il pianeta, visto con un cannocchiale, presenta come cosa prima da notarsi, due macchie bianche, lucentissime e tondeggianti, che si estendono intorno ai suoi poli (tav. XIII). Queste macchie variano di grandezza secondo le stagioni, e si è notato anche che in qualche anno scompajono affatto; p. es., negli anni 1877 e 79 le regioni polari australi furono viste senza macchia. Si ritiene che queste macchie sieno qualche cosa di analogo ai nostri ghiacci e alle nevi polari, le quali si sciolgano nell'estate per poi ricomparire nel verno. Del resto una caduta di neve nell'emisfero sud di Marte fu segnalata da un astronomo il 9 aprile 1890. Questa caduta, che deve essere stata enorme, giacchè copriva una superficie di 2500 miglia quadrate, si è rilevata da quattordici fotografie delpianeta prese in due giorni successivi. La data di questo avvenimento corrisponde alla fine della stagione d'inverno dell'emisfero sud di Marte, ossia alla metà del nostro febbraio.

Oltre alle macchie polari ve ne sono più lontane dai poli, le quali appaiono ai nostri occhi, sotto una doppia tinta, rosso e bleu, qualche volta mischiata di giallo o piuttosto di bianco. Le macchie bleu, presentando tinte più oscure, verrebbero a corrispondere ai nostri mari, le rosse alle nostre terre o continenti, le gialle o bianche alle nostre nubi. È bene inteso che con questi nomi per nulla si vuole affermare una dimostrata completa analogia colle corrispondenti conformazioni terrestri. Ma è pur vero, che se ci eleviamo con un pallone ad una debita distanza dalla Terra, quando scompaiono al nostro occhio i dettagli e sono sostituiti da macchie, i nostri mari prendono una tinta oscura, i continenti una tinta dipendente dalla vegetazione che vi si pratica, le nubi una tinta lattea. La separazione fra le macchie bleu e le rosse è fatta da linee precise e bene determinate. L'osservazione delle macchie riesce abbastanza agevole, giacchè l'atmosfera del pianeta è poco densa, simile alla nostra contiene vapore acqueo; in questa atmosfera pertanto avvengono alle volte fenomeni analoghi alle nostre burrasche, i quali la sconvolgono.

Le macchie rosse non sono molto estese e continue, ma al contrario tagliate dalle bleu in maniera tale, che lo Schiaparelli ritiene che tutta la superficie del pianeta sia divisa da molti canali in un numero grandissimo di isole. Questi canali sono regolarissimi e sembrano tracciati colla riga. Ciascuno di questi canali, della lunghezza da 1000 a 5000 km. e della larghezza in media di 120 km., sbocca alle sue due estremità in un altro canale, in un mare od in un lago, od in un crocicchio di parecchi canali, in modo da presentare l'aspetto che è dato dalla figura della tav. XIV.

Queste configurazioni non sono fisse, ma cangiano periodicamente, come se i mari uscendo dal loro letto, invadessero a poco a poco le terre. Modificazioni importanti si sono osservate nel 1888. Si è notata la scomparsa di un continente, il quale pare sia stato inondato dal mare vicino: questa scomparsa si è potuta constatare, perchè alla tinta rossastra delle macchie che rappresentano i continenti, si è sostituita la tinta bleu, propria dei mari. Sono state pure perdute le tracce di un piccolo lago. Queste sparizioni hanno portato una variazione sopra una superficie calcolata di 600.000 km. quadrati, un poco più che la superficie della Francia. È comparso invece un nuovo canale semplice, parallelo all'equatore, e un canale sulla macchia bianca polare nordica,

(1) Areografia è parola da *Ares* nome greco del pianeta Marte e *grafo* (scrivo), e vuol dire descrizione di Marte.

Digitized by Google

che sembra congiungere in linea retta, attraverso i ghiacci polari, due mari vicino al polo.

Nei due disegni in alto della tav. XIV sono dati i cambiamenti avvenuti sulla superficie del pianeta in un'ora e mezza e nei due a basso quelli avvenuti in cinque giorni.

Soltanto osservando diligentemente tutte le più minute e in apparenza insignificanti particolarità dei fenomeni di Marte, e descrivendole esattamente con animo libero da ogni preoccupazione teorica, si potrà forse in seguito spiegare le striscie enigmatiche, le quali si vedono sulla superficie del pianeta. Un'ipotesi sbalorditiva è stata ultimamente emessa per la loro spiegazione: si ritiene, che la superficie di Marte sia piana, sprovvista di montagne e poco elevata sul livello del mare, in modo da essere continuamente colpita da inondazioni. Ora si dice: l'umanità di Marte ha dovuto creare un riparo a questo inconveniente e quindi costruirsi delle colline di dimensioni colossali, le quali fossero al sicuro dall'acqua. Queste colline devono essere state costruite nella maniera degli spalti dei nostri forti cioè estraendo i materiali al piede stesso della scarpa, dall'una parte e dall'altra dell'alzata di terra. Le linee enigmatiche di Marte sono adunque le fosse dalle quali furono estratti i materiali, che servirono alla costruzione delle colline. Anche questa è una ipotesi come tante altre, e ognuno è padrone di dare ad essa quel peso che crede, certo che è un po' difettosa, giacchè non spiega i cambiamenti di tinte e di dimensioni, ai quali vanno soggetti i canali del pianeta.

Uno dei più forti oppositori dei canali di Marte è l'astronomo italiano dilettante, D.r Vincenzo Cerulli di Teramo. Il Cerulli vuole dimostrare in seguito alle sue osservazioni che i pretesi canali di Marte non sono che il risultato di un processo fisiologico dell'occhio, il quale impotente a distinguere col cannocchiale odierno le vere macchie di Marte, fonde in aspetti di linee più o meno regolari le impressioni confuse prodotte in esso dall'insieme delle sue macchie, che non riesce a vedere isolatamente. Succede lo stesso come quando si guarda la Luna ad occhio nudo; noi non vediamo che macchie più chiare o più oscure. Se invece le guardiamo con un cannocchiale vi distinguiamo i crateri, le valli, le montagne, ecc.

I canali di Marte non sono per il Cerulli altro che linee di maggior ombra, che stanno ad indicare l'andamento di striscie maggiori. Non sono unità fisiche, determinate oggettivamente di posto e di dimensioni, e di cui occorra studiare, come pur troppo, egli dice, si va facendo da anni, se siano piuttosto correnti acquee o valli in vegetazione. Tanto l'uniformità di sottigliezza quanto la dirittura di queste linee e la loro continuità lineare sono elementi illusorii, nascenti dall'impotenza in cui è il telescopio odierno di cogliere sulla superficie di Marte, altro che apparenze sintetiche.

I canali di Marte danno ancora luogo ad un fenomeno, che non ha ricevuto alcuna spiegazione ed è il fenomeno della *geminazione*, per il quale questi canali si sdoppiano improvvisamente, cioè risultano formati di striscie vicinissime, procedenti le une parallele alle altre, in modo da formare due canali di forma e direzione eguale (tav. XIV). Questo fenomeno sembra sia regolato dal periodo delle stagioni di Marte e dura per qualche mese. È stato scoperto dallo Schiaparelli, e in principio non si voleva prestar fede alle sue affermazioni, perchè non era stato osservato da alcun altro astronomo, ma in seguito, dopo osservazioni più rigorose si dovette ammettere l'esistenza di esso.

Marte ha due piccoli satelliti scoperti nel 1877 da Asaph Hall, astronomo americano in Washington, l'uno denominato *Deimos* (Spavento), l'altro *Phobos* (Fuga). Questi satelliti sono difficili a vedersi anche con forti cannocchiali e nelle epoche in cui Marte è più vicino alla Terra. Il diametro di *Phobos* misura appena km. 9,5, quello di *Deimos* km. 8,4. Essi sono stati fotografati per la prima volta il 30 agosto 1909 dall'astronomo Kostinsky all'Osservatorio di Poulkovo (Russia). *Phobos* presenta un fenomeno, che fino ad ora è unico nel sistema solare e forse nell'Universo; esso si aggira tre volte intorno a Marte (giacchè il suo periodo di traslazione è di circa 8 ore), mentre questo ruota sopra sè stesso, in modo che gli abitanti di Marte, se ve ne sono, vedono sorgere questo pianeta a ponente e tramontare a levante. *Deimos* si aggira in 30 ore circa. Questi due satelliti produrranno, come il nostro, le alte e basse maree sui mare di Marte, che a quanto sembra sono forniti d'acque salse.

11. **Planetoidi.** — Fra Marte e Giove si trova la schiera dei piccoli pianeti, i quali riuniti danno appena una massa eguale alla quarta parte della massa terrestre e un volume eguale alla quattromillesima parte del volume della Terra. La scoperta del primo di questi pianetini è stata fatta dall'astronomo italiano Piazzi nell'Osservatoria di Palermo il 1.° gennaio 1801, e fu denominato Cerere. Gli asteroidi non sono visibili che col telescopio, eccetto Vesta che può essere visibile ad occhio nudo; il maggiore di essi ha un diametro di 964 km., ce ne sono che hanno diametri di 22 e 15 km., nessuno è grande come la Luna, qualcuno ha una superficie come quella dell'isola di Sicilia, qualche altro minore della Provincia di Venezia. Gli asteroidi distano dal Sole da 300 a 500 milioni di km., in media 3 volte la distanza della Terra.

Si credeva dapprima che questi pianetini fossero frammenti di un grosso pianeta, ma in seguito alle osservazioni si dovette convincersi, che

Digitized by Google

essi non fecero mai parte di un solo pianeta. Taluni suppongono che la materia ond'essi risultano abbia in origine formato un anello simile a quello di Saturno, come vedremo in seguito, e che causa le violenti perturbazioni prodotte dalla massa grande e vicina di Giove, questo anello possa essersi rotto in piccoli frammenti. La verità è che non possiamo ancora al giorno d'oggi dare una risposta scientificamente precisa e categorica, e che in causa della loro esiguità nulla possiamo dire di sicuro circa la loro costituzione fisica.

12. **Giove.** — Giove appartiene ai grandi pianeti (Giove, Saturno, Urano, Nettuno): esso si distingue nel cielo per una luce giallognola caratteristica e per il suo splendore, che in qualche occasione lo rende visibile anche di pieno giorno; riflette il 62 per 100 della luce solare cadente sulla sua superficie. È il più grosso dei pianeti, il suo diametro equivale a 12 volte quello della Terra, il suo volume è eguale a 1431 volte quello della Terra; in modo che questa appare come un pisello a lato di una melarancia: la sua superficie equivale a 114 Terre, la sua massa, ossia la quantità di materia, che esso contiene, è 317 volte la massa terrestre, è tre volte più considerevole che quella di tutti gli altri pianeti riuniti; pesa circa 310 volte più del nostro mondo. Per formarsi un'idea approssimativa del grande e poderoso pianeta si pensi che un treno celerissimo il quale viaggiasse giorno e notte senza interruzione colla velocità di 50 chilometri all'ora impiegherebbe un anno e un terzo di mese circa per compiere un suo cerchio massimo. La gravità alla sua superficie è due volte e mezza quella terrestre; un uomo del peso di 60 kilogrammi trasportato lassù ne peserebbe 150. Dista dal Sole in media 774 milioni di kil.: cioè più che cinque volte la distanza della Terra; quindi riceve un ventottesimo della luce e del calore, che noi riceviamo. Ruota intorno a sè stesso in meno di 10 ore e intorno al Sole in 12 anni circa, in modo che il suo anno, pari a 4333 giorni dei nostri ne comprende 10455 dei suoi. In esso non vi sono nè stagioni, nè climi, nè zone tropicali, nè circoli polari; i giorni conservano sempre la stessa durata e si vive in una *eterna primavera*, e ciò perchè l'asse intorno a cui Giove ruota è quasi perpendicolare al piano della sua orbita.

Osservando il pianeta col telescopio si nota (tav. XIII) lungo il suo equatore una striscia luminosa, come una fascia non interrotta. Ai lati di questa si trovano altre striscie parallele alla prima e poi altre ancora fino ai poli. Queste fasce cangiano e colore e forma e splendore, ed osservate con potenti cannocchiali, appaiono di struttura complessa, costituita da svariatissime forme nebulari.

Negli anni 1858-59-60 si sono osservate sull'atmosfera di Giove striscie giallo-verdastre, le quali ricomparvero negli anni 1870 e 71, e nel 1878 apparì la celebre macchia ovale rosso-mattone (tav. XIII) nell'emisfero australe. Questa macchia durò anni ed anni, passando per gradi diversi di splendore. Nel 1902 divenne così pallida che appena il suo contorno si poteva seguire con molta incertezza: durante il 1903 scomparve affatto, solo il luogo da essa anteriormente occupato apparve lucido, più splendente assai che ognuna delle fascie del pianeta. Ora il Celoria si domanda: questa macchia rossa va dissolvendosi, oppure è da aspettarsi un prossimo suo ritorno eguale a quello del 1878? È impossibile dare oggi una risposta sicura.

Non si sa al giorno d'oggi dare ragione di queste striscie, fascie e macchie e dei loro cambiamenti rapidi, lenti e frequenti, si ritiene che Giove sia ancora allo stato fluido, e quindi soggetto a grandi sconvolgimenti. Forse le fascie di Giove sono dovute a vapori che violentemente erompono da grandi profondità al di sotto della sua superficie visibile; forse le macchie di Giove sono vapori che dalle viscere del pianeta per lungo tempo vengono eruttati e lanciati fino nelle più alte regioni della sua atmosfera, forse su Giove l'elettricità esercita azioni potenti; forse Giove è in un periodo di violenta trasformazione e si trova al presente in uno stadio anteriore a quello che attraversa la Terra. Non si possono pertanto immaginare in esso nè continenti, nè mari.

L'atmosfera di Giove deve essere molto densa, deve contenere vapore acqueo, e subire variazioni più considerevoli di quelle che potrebbe produrre la sola azione solare.

Giove ha un corteo di 8 satelliti, 4 scoperti da Galileo nel 1610, uno dall'astronomo americano Barnard nel 1892, due dall'astronomo Perrine all'Osservatorio di Lick in California nell'anno 1905 e l'ottavo dall'astronomo Melotte a Greenwich nel 1908.

I primi quattro si vedono benissimo con un cannocchiale da teatro; il più piccolo di essi supera la nostra Luna, e il più grande eguaglia in volume i due terzi di Marte, il quinto non è accessibile che ai più potenti cannocchiali del mondo, il sesto il settimo e l'ottavo furono scoperti per mezzo della fotografia. Il quinto compie una rivoluzione intorno Giove in meno di 12 ore e il suo splendore si può paragonare a quello di una stella di 13.ª grandezza (ved. Cap. VI); il sesto è di 14.ª grandezza ed ha un diametro di circa 160 km., il settimo ha un diametro di circa 50 km. e l'ottavo è di 16.ª grandezza. I satelliti galileiani sono disposti quasi nel prolungamento del piano dell'equatore del pianeta e noi assistiamo alle eclissi, che avvengono quando entrano nel cono ombroso che il pianeta projetta dalla parte opposta del Sole. Queste eclissi si possono usare per il calcolo delle longitudini, e furono adoperate per risolvere uno fra i più importanti pro-

Digitized by Google

blemi della fisica terrestre, quale è quello della velocità della luce.

13. **Saturno**. — Saturno era il pianeta, che segnava il limite del sistema planetario conosciuto dagli antichi: questo limite era posto a 1418 milioni di km. dal Sole: i moderni hanno aggiunto al sistema Urano e Nettuno, in modo che ora il limite si trasporta a 4467 milioni di km., cioè la frontiera si è allontanata del triplo.

Saturno, per dimensioni secondo fra i pianeti, splende in cielo come una stella di prima grandezza, è quindi visibile ad occhio nudo.

Rispettivamente al diametro, alla superficie e al volume, esso ha un diametro circa 9 volte, una superficie di 80 volte, un volume di 700 volte quello della Terra. Sotto un volume così grande però, contiene una massa che è solo una piccola frazione (3 decimi circa) della massa di Giove, e circa i 13 centesimi di quella che dovrebbe contenere se la densità media dei suoi materiali fosse eguale a quella dei materiali terrestri, ciò che significa essere la densità della materia di Saturno l'ottava parte di quella del nostro globo; cioè un litro di Saturno, se è lecito esprimersi in questo modo, non pesa come un litro d'acqua; posto in una delle nostre bilancie peserebbe 714 grammi, mentrechè lo stesso volume di Terra peserebbe kg. 5.500.

Saturno ruota intorno al proprio asse in 10 ore circa, in modo che vi sono 5 ore di giorno e 5 di notte, e intorno al Sole in 29 anni, per cui in un anno ha 25 mila giorni. Siccome dista dal Sole quasi 10 volte più che la Terra, così riceve un novantesimo della luce e del calore terrestre. Le stagioni poi, in quanto alla differenza di temperatura fra l'inverno e l'estate sono poco diverse dalle nostre, sebbene la loro durata sia 7 volte la durata delle nostre. Si ritiene che il pianeta sia allo stato fluido come Giove, e che abbia un'atmosfera assai densa.

Saturno, visto con cannocchiali, presenta fasce equatoriali, analoghe a quelle di Giove, ed una delle più grandi meraviglie del cielo, cioè l'anello, che l'attornia. Questo anello, di scarso spessore, il cui contorno interno dista dalla superficie del pianeta di 31760 km., e il contorno esterno di 129580 km., risulta formato di tre anelli concentrici separati fra loro da intervalli oscuri di sensibile larghezza; e questi stessi anelli sembrerebbero risultare ciascuno di altri più stretti.

Dei tre grandi anelli i due esterni sono assai più luminosi dell'anello interno, il quale sembra piuttosto una nebulosità e che perciò riesce appena visibile nei forti telescopi e può anche non essere visibile, come avvenne nel gennaio 1908.

A seconda dell'angolo sotto il quale l'anello si presenta ai raggi solari, apparisce ai nostri occhi in forme diverse, come si vede nella figura della tav. XIII; di più presenta mutazioni notevoli, che forse dipendono dal non essere continuo, ma formato di semplici aggregati di materia discontinua. Ciascuno degli innumerevoli corpuscoli, che lo formano, descriverebbe per suo conto un'orbita attorno al pianeta in modo da comportarsi come un piccolo satellite. Questi corpuscoli sono così numerosi e così vicini fra loro che ci sembrano formare un tutto continuo, non diversamente dai globuli acquei nelle nubi della nostra atmosfera.

Una delle mutazioni più rimarchevoli sarebbe quella che lo Struve aveva ricavato, confrontando le misure antiche della distanza del contorno interno dell'anello dal pianeta, colle moderne. Siccome queste sono inferiori a quelle e vanno diminuendo gradatamente, così egli opinava che l'orlo interno dell'anello andasse avvicinandosi gradualmente al pianeta, in causa dell'espandersi della materia dell'anello verso l'interno. Procedendo l'avvicinamento nella stessa proporzione nella quale si è mostrato fino al 1851, l'orlo interno dell'anello verrebbe in contatto col pianeta nell'anno 2150. La teoria però di Struve non è accettata da tutti gli astronomi, giacchè non si può dare gran peso alle misure antiche, e le moderne differiscono le une dalle altre così poco, da ritenere le variazioni dipendenti più dagli osservatori, che dal fenomeno sopracitato.

Saturno ha dieci satelliti, i quali si vedono difficilmente anche con forti cannocchiali a cagione della loro enorme distanza, sebbene il più grosso sia come Marte.

14. **Urano**. — Urano è stato scoperto da Guglielmo Herschel nel 1781, ma in principio lo si credeva una cometa o una stella: non fu che nel 1785 che l'astronomo italiano Oriani dimostrò che l'astro era un pianeta. Esso apparisce come una stella di 6.ª grandezza, e per ciò può esser visto ad occhio nudo, quando si conosca la posizione in cui si trova; anzi non si capisce come non sia stato veduto da qualcuno dei molti osservatori del cielo già all'epoca pretelescopica. Pare del resto che come stella sia stato osservato nel 1600 e nel 1756.

Osservato nei telescopi apparisce di colore verdastro e s'intravedono qua e là alcune macchie, non dissimili da quelle di Giove. Dista dal Sole circa 2851 milioni di km., cioè 19 volte più che la Terra, quindi riceve tre millesimi della luce che riceve la Terra: il potere però riflettente la luce è assai notevole anzi supera quello di qualsiasi altro pianeta. Ruota intorno al suo asse, a quanto pare, in 11 ore, in modo che probabilmente ha 60 mila giorni all'anno; e gira intorno al Sole in 84 anni. La sua massa è 22 volte quella della Terra, il suo volume 74 volte, pesa quindi 15 volte più del nostro pianeta. Ha una atmosfera, che assomiglia a quella di Saturno e di Giove; nulla si sà sulla sua superficie, natura fisica e chimica. Lo Schiaparelli deter-

Digitized by Google

minò il diametro di Urano, e trovò il pianeta alquanto schiacciato.

Intorno a Urano girano 4 satelliti difficilissimi ad esser veduti. Questi satelliti presentano una singolarità, ed è che il loro moto di rivoluzione si effettua in un piano quasi perpendicolare a quello dell'orbita del pianeta, mentre tutti gli altri satelliti si muovono presso a poco nello stesso piano che il loro pianeta principale.

15. **Nettuno**. — Nettuno è stato scoperto col calcolo dall'astronomo Le Verrier, e la sua scoperta è stata comunicata all'accademia di Francia il 1.° giugno 1846. Esso è stato visto poi la prima volta dal Galle in Berlino, il 23 settembre dello stesso anno. Esso segna il confine del sistema planetario, non è visibile ad occhio nudo, e, visto con un cannocchiale, si presenta come un dischetto pallido, di un color verdognolo, analogo a quello dell'acqua del mare, uniformemente luminoso. Dista dal Sole circa 4467 milioni di km., cioè 30 volte la distanza della Terra, e riceve quindi un millesimo della luce e del calore, che riceviamo noi: gira intorno ad esso in 165 anni circa. Non si conosce la durata della sua rotazione diurna; la sua superficie non presenta nè striscie nè macchie visibili; si crede abbia un'atmosfera analoga a quella di Urano. Il diametro di Nettuno è circa 4 volte e mezzo il terrestre, epperò Nettuno occupa col corpo suo un volume a riempire il quale occorrerebbero 85 globi grossi come la Terra.

Poco si può dire sulla costituzione fisica di Nettuno; alcuni fatti lasciano pensare che essa sia analoga a quella di Urano. Ha un solo satellite scoperto nel 1847, il quale però si osserva più facilmente che quelli di Urano: il suo moto è retrogrado, succede cioè da est verso ovest ossia nel verso opposto a quello secondo cui si muovono tutti i pianeti ed i satelliti di Saturno, di Giove (tranne dell'8°), di Marte e della Terra. Esso compie intorno al pianeta il suo giro nel periodo di poco meno che 6 giorni.

16. **Ipotesi di Laplace sul sistema planetario**. — Ora che abbiamo passati in rivista tutti gli oggetti, che costituiscono il nostro sistema planetario, quali il Sole, i pianeti, gli asteroidi, i satelliti (alcune comete fanno pure parte di questo sistema, ma di queste parleremo nel capitolo seguente), possiamo tentare di esporre la ipotesi del celebre Laplace sulla formazione di questo sistema, la quale, fra le tante immaginate, è ancora quella che meglio dà ragione dei fenomeni che vediamo.

Supponiamo per un momento di poter uscire dalla Terra e di trasportarci in un punto tale dello spazio da poter abbracciare con un colpo d'occhio tutti questi astri. Ciò che ci colpirà maggiormente e che costituisce l'originalità del sistema planetario, si è che il Sole gira sopra sè stesso da dritta a sinistra, e che tutti i pianeti, senza eccezione, si muovono intorno ad esso, nello stesso senso, pressochè nello stesso piano, quello della rotazione del Sole e descrivono delle orbite quasi circolari. Basato su questo fatto, Laplace alla fine del 1700 esponeva la sua ipotesi originale sulla formazione del sistema del mondo.

Esistono nello spazio molti ammassi giganteschi di materia estremamente rara, senza forma, che non hanno provato che il grado di condensazione necessaria per far nascere una debole luce. Questi ammassi sono le così dette *nebulose*. Ora Laplace imaginò che il sistema del mondo abbia avuto origine da una nebulosa.

In principio il Sole e tutti i corpi, che circolano intorno ad esso, non formavano che una sola nebulosa, animata da un moto di rotazione intorno ad una retta passante pel suo centro, e stendentesi sino all'orbita del pianeta più lontano, ed anche al di là.

Condensandosi per il raffreddamento la materia, questa dovea cadere nel centro in modo da formare un nucleo. Cadendo questa materia condensata, succedeva un aumento nella velocità di rotazione della nebulosa, quindi un aumento nella forza centrifuga e le molecole estreme della nebulosa tutto intorno al suo equatore si staccarono dalla massa primitiva, in modo da formare successivamente degli *anelli* rotanti nel suo piano e intorno al suo centro, colla velocità che possedevano nello istante in cui si erano distaccate. Queste zone di materia rara hanno potuto così formare degli anelli liquidi o solidi attorno del corpo centrale: ma questo caso straordinario non parve aver avuto luogo nel sistema solare che relativamente a Saturno. La materia si è generalmente riunita in parecchi frammenti, e quando uno di essi è stato abbastanza grande per attrarre a sè tutti gli altri, la loro riunione ha formato un pianeta considerevole. È facile intendere che le velocità reali delle parti dell'anello di materia nebulosa crescendo colle loro distanze dal Sole, i globi prodotti dalla aggregazione della materia hanno dovuto girare sopra sè stessi nel senso dei loro movimenti di rivoluzione.

Poteva per altro accadere che i diversi frammenti, nei quali un anello s'era decomposto, continuassero a circolare isolatamente, e dessero in conseguenza luogo alla formazione di altrettanti pianeti distinti, tutti moventisi presso a poco nella medesima regione; è così che i 700 pianetini, che si conoscono fino ad ora tra Marte e Giove, poterono risultare da frammenti, nei quali sarebbesi diviso un anello di materia nebulosa, deposto in questa regione. Si può congetturare ancora che i satelliti sieno stati formati in eguale maniera, comportandosi gli anelli dei satelliti, successivamente abbandonati dai pianeti, al pari degli anelli abbandonati dalla

Digitized by Google

nebulosa. L'ipotesi emessa da Laplace sull'origine e la formazione del nostro sistema planetario dava pieno conto di tutte le particolarità che lo caratterizzavano, fino a quando si scoperse che i moti del satellite di Nettuno e dell'ottavo di Giove sono retrogradi. Allora essa cominciò a far difetto, e gli astronomi moderni cercano, modificandola, di metterla d'accordo colle cognizioni, che si acquistarono in questi ultimi tempi sul sistema planetario.

Del resto lo stesso Laplace, che non è stato mai accusato di deprezzare l'importanza delle sue scoperte, prese i particolari della sua geniale ipotesi sul serio meno di quello che li prendessero i suoi espositori. Difatti egli fece seguire alla sua ipotesi queste parole: « Queste congetture sulla formazione delle stelle e del sistema solare io le presento con tutta la esitanza e la sfiducia che tutto ciò, che non risulta da osservazione e da calcolo, deve ispirare ».

Possiamo imitare materialmente la formazione del sistema planetario col seguente esperimento: si faccia una miscela d'acqua e di alcool, in modo che essa acquisti la densità dell'olio, poi si versi entro una piccola quantità di questo liquido; si vedrà che la massa d'olio, che resta in sospensione, prende da sè la forma sferica. Se si introduce con cautela un sottile filo di ferro entro la massa e convenientemente frullandolo la si faccia girare intorno a questo con velocità crescente, si vedrà dapprima la sfera farsi piatta, poi staccarsene singoli strati, i quali formeranno distinti globettini d'olio.

Digitized by Google

V - LE COMETE E LE METEORE COSMICHE

1. Introduzione. — 2. Aspetto delle comete. — 3. Comete periodiche e non periodiche. — 4. Quel poco che si conosce sulla loro natura. — 5. Cometa del 1811. — 6. Cometa del 1835. — 7. Cometa del 1843. — 8. Cometa del 1858. — 9. Cometa del 1861. — 10. Cometa del 1862. — 11. Cometa del 1882. — 12. Cometa del 1577. — 13. Cometa del 1744. — 14. Cometa del 1845. — 15. Cometa del 1871. — 16. Cometa del 1874. — 17. Cometa del 1881. — 18. Cometa del 1908. — 19. Probabilità dello scontro della Terra con una cometa. — 20. Stelle cadenti. — 21. Bolidi. — 22. Uranoliti. — 23. Luce zodiacale.

1. Introduzione. — Le comete, questi astri chiomati, che appaiono di quando in quando sulla vôlta celeste, vi dimorano alquanto tempo, e poi scompaiono o per ritornare o per non farsi più vedere, destarono sempre l'attenzione e l'ammirazione degli uomini, che videro in esse pronostici di sciagure, di morbi e di stragi.

Secondo Tacito, la cometa è un astro, al quale il feroce Nerone sacrificò sempre il sangue più illustre, e sotto il suo regno, dice Plinio, la cometa apparve quasi di continuo. Seneca stesso, che fra tutti i pensatori dell'antichità ebbe sulle comete le idee più sane e profonde, mostra di non essere affatto incredulo alle influenze loro. La cometa, dice Seneca, che apparve sotto il consolato di Patercolo e di Vopisco, ebbe le conseguenze attribuite da Aristotile e Teofrasto a questa specie di astri. Si ebbero ovunque tempeste violente e continue: nell'Acaia e nella Macedonia più città furono rovesciate dai terremoti (62 anni dopo G. C.).

Cardano vede nelle comete delle lenti, che rifrangono la luce solare nello spazio, e Fontenelle paragona le comete a lanterne cieche di cui l'Eterno si serve per far ammirare agli uomini le meraviglie, che completano tutte le parti della sua opera.

Bernoulli scriveva: « Se il nodo delle comete non è la manifestazione della collera divina, la coda almeno potrebbe benissimo esserne il segno terribile ».

Fra gli antichi alcuni credevano che le comete fossero fenomeni temporarî, prodotti dalle *esalazioni terrestri*, le quali si infiammavano nella regione del fuoco: altri dicevano che erano le *anime dei grandi uomini* che salivano al cielo, e per ciò annettevano ad esse la morte di qualche grande personaggio; tutti poi le dipingevano con figure spaventose. Lo storico Niceto, per es., descrive con queste parole la cometa del 1182: « Una cometa apparve nel cielo simile a un tortuoso serpente: ora essa si allungava, ora si ripiegava sopra sè stessa, ora, con grande spavento degli spettatori, apriva una vasta gola; si sarebbe detto che avida di umano sangue, fosse in procinto di satollarsene ». E della cometa del 1528 si scriveva: « Questa cometa era orribile tanto e così spaventosa, e generava nel pubblico cotanto terrore, che alcuni morirono di spavento, altri caddero ammalati. Essa appariva di una lunghezza eccessiva e di color sanguigno; alla sua cima vedevasi la figura di un braccio curvo con una lunga spada nella mano in atto di voler colpire. Presso la punta erano tre stelle. Ai due lati dei raggi di queste vedevasi un gran numero di scuri, di coltelli, di spade tinte di sangue, e in mezzo a tutto questo una gran quantità di facce umane schifose, con barbe e capelli irti e arruffati ».

Se vogliamo essere sinceri, anche il nostro popolo, non ancora bene istruito, attribuisce alle comete un'influenza sulle vicende umane: e le carestie, le inondazioni, le epidemie, si vogliono giustificare quasi sempre colla comparsa di una cometa. All'apparire di uno di questi astri, i quali ammettiamo pure, per la irregolarità del moto, per la loro forma, per la loro scomparsa repentina, possono influire sulle menti esaltate, il volgo si lascia trasportare alle più strane congetture; e la fine del mondo è stata decretata più volte per la loro visita. Il male maggiore è che la paura e la superstizione alle volte si estendono anche nelle classi elevate; così la cometa del 1835 avea scosso gli spiriti più forti, e all'apparire della cometa del 1882, in Cina, è stato promulgato il seguente decreto in nome dell'imperatore: « La cometa prova la negligenza usata dai pubblici funzionari a dare contezza al sovrano sulle calamità del popolo ». E la riapparizione della cometa di Halley nel 1910 quante paure e quanti

Digitized by Google

commenti non ha cagionato! Ciò è semplicemente ridicolo, e l'astronomo non vede in questi astri che oggetti di studio, sapendo doversi attribuire ad altre cause i mali e le miserie della società umana, i quali si rinnovano di frequente, senza bisogno che queste vaghe abitatrici del cielo li accelerino o li ritardino di un solo giorno.

2. **Aspetto delle comete.** — Una cometa ordinariamente si presenta con un punto lucido detto *nucleo*, e con una aureola luminosa tutta all'intorno, che gli antichi chiamarono *chioma;* all'insieme del nucleo e della chioma si dà il nome di *testa*. Talvolta si manifesta anche con appendice luminosa, che dicesi *coda*, per la rassomiglianza con simili appendici negli animali, la quale si sviluppa partendo dal nucleo in direzione opposta al Sole e di mano in mano che a questo si avvicina. Alcune comete sono accompagnate da parecchie code, alcune non ne hanno affatto; si sono viste comete senza traccia di nucleo, ma comete senza chioma non furono osservate mai.

Le comete senza coda possono presentare l'aspetto stesso dei pianeti; per altro si distinguono da questi, oltre che per i caratteri fisici propri, anche dal fatto che noi non possiamo vedere che una parte del loro camminino (orbita), e precisamente quella parte che è più prossima al Sole, e dalla direzione del movimento, che in alcune è in senso contrario a quello dei pianeti.

3. **Comete periodiche e non periodiche.** — Le comete descrivono intorno al Sole, orbite fortemente ellittiche ed eccentriche, orbite cioè tali, che il Sole occupa in esse una posizione disimmetrica, assai lontana dal punto centrale. Le comete diventano visibili solo in quel tratto della loro orbita che è più prossima al Sole, e nei rimanenti tratti tanto da questo si allontanano, che sono invisibili. Alcune comete dopo un dato numero di anni tornano a farsi vedere e queste si dicono periodiche, altre invece, una volta scomparse, non si vedono più, ossia per meglio dire il periodo della loro comparsa non si è potuto ancora determinare.

Le comete periodiche per solito non sono visibili ad occhio nudo, le non periodiche sono le più splendide e quindi le comentate. Le comete periodiche conosciute fino al giorno d'oggi e delle quali si è constatato il ritorno, sono 19, portano il nome del loro scopritore o di chi le ha maggiormente studiate, e fra le principali si hanno: quella di Encke, annunziata come periodica nel 1819 col più corto periodo di tre anni; quella di Tempel, che ha un periodo di cinque anni; quella di Biela, calcolata nel 1826, la quale è tornata ogni sei anni e mezzo fino al 1852; quella di Faye, calcolata nel 1843, e che torna di sette in sette anni; quella di Halley, la quale è stata la prima cometa periodica conosciuta; il suo periodo è di settantasei anni. Si contano 67 comete periodiche delle quali è conosciuta una sola apparizione.

4. **Quel poco che si conosce sulla loro natura.** — Poco si conosce di positivo sulla natura delle comete, quantunque numerosi sieno stati gli studi e le osservazioni sopra di esse. È probabile che le comete appartengano ai corpi gasosi, meno il nucleo che potrebbe essere solido. Le sostanze, che entrano a formar parte di una cometa, sono: il carbonio combinato coll'idrogeno, l'ossigeno ed alcune volte anche il sodio; in generale contengono presso a poco quei gas, che si trovano negli aeroliti, nelle stelle cadenti, nelle aurore boreali; in modo che, si suppone, derivino dallo stesso ammasso di materia nebulare, da cui ebbe origine, come abbiamo visto, il nostro sistema. Questa materia però non si comporterebbe in tutte nello stesso modo. È probabile che abbiano luce propria, ma molta ne ricevono dal Sole e molta da scariche elettriche. Ignoriamo le ragioni fisiche della variazione dello splendore delle comete.

Gli aspetti e i fenomeni fisici, che presentano, sono misteriosi: di mano in mano che si avvicinano al Sole si trasformano, in maniera da ingrandirsi, da gonfiarsi, da gettare sprazzi di luce, da dar luogo alle code, le quali, secondo alcuni, non sarebbero che un semplice fenomeno luminoso, secondo altri una specie d'ombra luminosa, o pure un'eccitazione luminosa dell'etere. Certo che la materia delle code deve essere molto rarefatta, quando si è calcolato che il peso totale di una di esse, la quale misurava 600 milioni di km. in lungezza e 38 milioni di km. in larghezza, era di qualche chilogramma. La densità però di questa materia varia da cometa a cometa, e in una stessa cometa, in pochi giorni. Anche la testa per solito è trasparente, e attraverso a uno spessore di 500.000 km. si sono osservate stelle delle più piccole in modo che Herschel non si peritò di chiamare le comete dei *nulla visibili* e le descrisse quasi come *spirituali* nella loro struttura, ed Olbers chiama la materia delle code un *pensiero*.

E se ciò non concludono gli astronomi moderni, essi sono dell'opinione che le comete periodiche dopo una lunga successione di rivoluzioni debbano ridursi al nulla. Giacchè è indubitato che le comete periodiche, quando giungono al punto della loro orbita più vicino al Sole (*perielio*), subiscono per l'azione solare, come abbiamo detto, forti agitazioni nella materia del nucleo, la quale si sottrae all'attrazione di esso, in modo da disperdersi. E i fatti confermano l'asserto, perchè le dimensioni dei nuclei diminuiscono dopo il passaggio delle comete al perielio, p. es. la cometa di Halley apparve ad ogni suo ritorno sempre meno splendente eseguita da code sempre minori, la cometa periodica di De-Vico disparve senza lasciare traccia alcuna di sè.

Digitized by Google

La natura delle forze di cui dispone una cometa ci è ignota, perchè noi non conosciamo forze capaci di produrre in poche ore le code delle comete, di quella lunghezza della quale abbiamo detto sopra. Queste code dovrebbero essere dirette per le leggi dell'attrazione verso il Sole, mentre costantemente sono in direzione contraria. Recentemente si è spiegata questa direzione colla forza repulsiva residente nel Sole dovuta alla pressione di radiazione. Anzi in base a questa ipotesi il Bredichin, direttore dell'Osservatorio di Mosca, divide le comete in tre classi: comete, in cui la forza repulsiva solare è 14 volte l'attrazione del Sole stesso; in esse la coda è perciò direttamente opposta all'astro centrale e lunghissima, diritta, quasi affilata: comete in cui la forza repulsiva è due volte e mezza dell'attrazione solare, in esse la coda è corta, larga, a ventaglio, opposta al Sole ma incurvata, e comete nelle quali la forza repulsiva eccede appena quella attrattiva, e di cui la coda è cortissima, a getti brevi, fortemente curvati, a contorni netti, decisi, rivolta pure contro il Sole.

La risoluzione del problema sulla fisica costituzione delle comete è riservata ai nostri nepoti, pei quali di giorno in giorno si vanno raccogliendo elementi utili. Questi elementi vengono dati dalle osservazioni accurate, pazienti e di alto valore scientifico, fatte dagli astronomi; e pei quali noi possiamo fare la descrizione delle più importanti comete del secolo passato, come quelle del 1811-35-43-58-61-62-82.

5. **Cometa del 1811.** — La cometa del 1811 comparve in modo tale, da spaventare tutti quelli che la contemplarono. Avea una coda lunga novanta milioni di km., una testa di color verdognolo, che non misurava meno di due milioni di km. di diametro, ed un nucleo di quattro mila km. circa di diametro, che appariva come un disco di luce leggermente rossastra variabile circondato da un anello luminoso. Il periodo di questa cometa, pare sia di 3066 anni.

La comparsa di questa cometa si volle legare agli sconvolgimenti politici che si avverarono in quell'epoca in Europa, e alle abbondanti vendemmie e ai grandi calori che si ebbero. Notiamo subito, perchè qualcuno si guardi bene dal generalizzare il fatto, che ci furono splendide comete, le quali portarono freddi intensi e scarsità di vino.

6. **Cometa del 1835.** — La cometa del 1835 (vedi tav. XV) va ricordata, perchè è stata la prima della quale si è verificato il ritorno predetto da Halley. Il suo periodo è stato calcolato in media di 76 anni circa, ma esso può variare da 74 a 79 in causa delle perturbazioni dei pianeti; quando Halley lo comunicò, sapendo che sarebbe morto prima che la cometa riapparisse, ebbe a dire: « Pertanto, se, secondo la nostra predizione, essa ritornerà circa l'anno 1758, la posterità imparziale non si rifiuterà di riconoscere che ciò fu per la prima volta scoperto da un inglese ».

Secondo gli astronomi la prima apparizione di questa cometa, di cui si abbia notizia attendibile, risale a 240 a. C.: si ebbero in seguito altre 28 apparizioni, e l'ultima è stata nel maggio del 1910. La sua comparsa nel 1682 fu l'occasione delle celebrate indagini di chi le diede il nome. Questa cometa si presenta attualmente in modo diverso da quello in cui si è presentata per lo passato e sotto forme più modeste. Tutti i cronisti del secolo XI parlano di questa cometa mostratasi in cielo nell'aprile 1066, e che registrata anche negli annali chinesi, era grande come la Luna piena, con una coda che piccola da principio, crebbe ad una meravigliosa lunghezza. Un'altra famosa apparizione di questa cometa ebbe luogo nel 1456. Si narra che in quest'anno la sua lunga coda diffuse il terrore nell'Europa, già costernata dai rapidi successi dei Turchi, che abbatterono l'impero d'Oriente: e Papa Callisto ordinò pubbliche preghiere colle quali scongiurare la cometa e i Turchi. Questa favola però ultimamente con documenti è stata sfatata. Gli astronomi hanno calcolato che in quell'epoca essa si trovasse in circostanze di posizione rispetto al Sole e alla Terra tali, da essere le più favorevoli alla grandezza ed allo splendore. Per alquanti giorni fu circumpolare, in modo che rimase visibile per l'emisfero boreale tutta la notte. La sua minima distanza dal Sole era circa metà di quella della Terra, la massima più di trentacinque volte, e quindi la media quasi diciotto volte quella della Terra, cioè poco minore della distanza media di Urano. La fig. nella tav. XV dà l'aspetto della cometa, quando sta per allontanarsi dal Sole nel 1836.

La riapparizione di questa cometa nel 1910 ha destato timori e fu causa di morte per alcune persone esaltate, giacchè si era sparsa la voce che la sua coda il 19 maggio avesse ad avvolgere l'atmosfera terrestre e quindi in causa di gas deleterii portare un'asfissia generale. È vero che la cometa in quel giorno passò alla distanza di soli 24 milioni di km. dalla Terra e che la sua coda avrebbe potuto essere più lunga di questa distanza, ma era necessario anche che la coda avesse, nel luogo dell'incontro, una sezione di almeno 800 mila km. di diametro, perchè il nostro pianeta passava a 400 mila km. dall'asse cometario, e di più l'asse della coda non si trovava esattamente sul prolungamento del raggio vettore che dal Sole andava al nucleo.

In ogni modo per la storia dobbiamo registrare che quella notte molta gente passò all'aperto mangiando e bevendo, per prepararsi degnamente alla fine del mondo.

Quantunque non si deva dare causa alla pre-

Digitized by Google

senza della cometa dobbiamo pure registrare che nel 1910 avvennero inondazioni, terremoti, ed epidemie in vari Stati d'Europa, e la morte di Edoardo VII re d'Inghilterra.

7. **Cometa del 1843.** — La cometa del 1843 fu vista per la prima volta di pieno giorno il 28 febbraio; avea una coda di trecento venti milioni di km., ossia più di due volte la distanza della Terra al Sole, ed un nucleo di otto mila km. di diametro. È passata vicino al Sole ad una distanza di 52000 km., in maniera da attraversare l'atmosfera solare senza scomporsi minimamente; la sua velocità in quel momento era di 2200 km. al secondo. Tre mesi e mezzo dopo il passaggio della cometa vicino all'astro fiammeggiante, si vide in esso una grande macchia, che aveva una superficie più vasta di quella della Terra, visibile ad occhio nudo per una intera settimana. Questa macchia, pare non fosse una delle solite, ma piuttosto fosse stata prodotta dalla caduta sul Sole, in causa della sua attrazione, di una enorme quantità di materia cosmica, che seguiva l'orbita della cometa. Tale però è una semplice congettura.

8. **Cometa del 1858.** — La cometa del 1858 fu scoperta il 2 giugno dal Donati a Firenze, ed è una delle più belle del secolo passato; avea una coda, la quale si incurvava moltissimo e si estendeva per ottanta otto milioni di km. Essa va notata per le variazioni sorprendenti della coda e del nucleo. La coda in dieci giorni si allungò da 52 a 79 milioni di km., ed in altri dieci si ridusse a soli 22 milioni. Il 5 ottobre poi presentò uno spettacolo dei più belli, giacchè si divise in due (vedi tav. XV), una prima in foggia di penna estesa circa 80 gradi, e larga oltre a 12 milioni di km., una seconda pressochè rettilinea di sterminata lunghezza e sottilissima. Lo spettacolo riusciva ancora più attraente, perchè in quel giorno la testa della cometa veniva a passare vicino a una bellissima stella di prima grandezza, chiamata Arturo. Il nucleo pure, il quale misurava in principio 900 km. di diametro, mutò rapidamente di grandezza e di forma; dapprima era costituito da tre contorni distinti, i quali andarono aumentando fino a sette. La massa di questa cometa è stata calcolata un ventimillesimo di quella della Terra. Il suo periodo sembra essere di 1950 anni, deve essere apparsa 92 anni avanti Cristo, e dovrà riapparire intorno all'anno 3808. Nel 1858 si disse che la cometa annunziava una grande guerra, ed il presagio si avverò, e la guerra fu grande e gloriosa per l'Italia, che nel 1859 acquistava buona parte delle terre che la natura assegnò ai suoi figli.

9. **Cometa del 1861.** — La cometa del 1861 si è vista repentinamente in tutta l'Europa nel 30 giugno, e in modo così splendente che il P. Secchi la scambiò, per un momento, con uno dei fuochi d'artifizio, che si facevano a Roma in occasione delle feste di S. Pietro. La sua coda giunse ad estendersi fino a 118 gradi, in modo che il nucleo era ancora sotto all'orizzonte e la parte più larga di essa raggiungeva il punto più alto della vôlta celeste. La testa mutò meravigliosamente d'aspetto in poco tempo; sembrava mandasse, come si vede dalla figura nella tav. XV, getti luminosi verso il Sole, i quali poi formavano un arco brillante. Alcuni dicono che la Terra e la Luna abbiano attraversato, il 30 giugno, alle sei del mattino, la coda di questa cometa, tanto vicina essa è passata a noi. Nessuno però si è accorto di questo incontro: forse una leggera aurora boreale, che si vide in quel giorno, potrebbe essere stata causata dalla materia cometaria.

Il periodo di questa cometa sembra essere di 422 anni.

10. **Cometa del 1862.** — La cometa del 1862 o di Winnecke avea la coda azzurrognola, e la chioma gialliccia. Durante la sua apparizione presentava fluttuazioni di splendore e di forma, ed oltre la solita coda in direzione opposta al Sole, mostrava anche un getto luminoso verso esso. Sembra abbia un periodo di 121 anni circa e coincida, come sarà detto appresso, colla corrente delle stelle cadenti dell'agosto.

11. **Cometa del 1882.** — La cometa del 1882 fu una delle più splendide, che mai si siano viste. È stata osservata per la prima volta dall'equipaggio di una nave italiana, che si trovava il 1.° settembre nel golfo di Guinea. Le condizioni atmosferiche non propizie all'osservazione impedirono la vista della cometa fino al giorno 12 settembre a Rio-Janeiro, quantunque se ne avesse avuto notizia dal giorno 10. Da noi lo spettacolo, che essa offriva negli ultimi giorni di settembre, era di una bellezza superiore ad ogni espressione. Chi si fosse alzato alla mattina per tempo avrebbe visto emergere una parte sola della coda dall'orizzonte e, a guisa di colonna di fuoco, drizzare il vertice al punto più alto del cielo. Questa colonna di fuoco, che misurava in lunghezza 600 milioni di km. e in larghezza 38 milioni, riceveva dagli strati inferiori dell'atmosfera una tinta giallo d'ocra. La coda di questa cometa, secondo lo Sciaparelli, fu la più lunga che siasi mai osservata.

Il 17 settembre la cometa è passata vicino al Sole alla distanza di poco più di un milione di km., non lo urtò, ma per un giorno affogò, uscendone incolume, nel profondo strato di luce che circonda il Sole. Attraversò l'atmosfera solare con una velocità di 480 mila metri al secondo, 16 volte la velocità media della Terra. Esposta allora a un calore straordinariamente intenso, era tanto luminosa, da poter essere vista vicina al Sole da tutto il mondo ad occhio nudo per tre giorni. Se è passata davanti al Sole, non diede il minimo

Digitized by Google

indizio del suo passaggio nei migliori strumenti, il che sarebbe una nuova prova della rarefazione della materia cometaria anche nella parte compresa dal nodo.

La testa della cometa fu stimata di 860 mila km. di diametro, e il nodo di 10770 km. Presentò aspetti bizzarri e inesplicabili; il 19 ottobre per esempio si mostrò intieramente immersa in un'ombra, che si estendeva assai al di là della testa e si mostrava più oscura nella parte dritta. Questo aspetto era così delicato, così leggero, così aereo, che è stato pressochè impossibile disegnarlo. Andò soggetta ad uno sdoppiamento dei nuclei, in modo da assumere la sembianza di due fiamme di candele, avvicinate l'una all'altra. La coda stessa avea i lembi luminosi, separati da una zona oscura per l'intera sua lunghezza. Nella coda, che si assomigliava a una spada infiammata, i Cinesi vedevano l'emblema di una vendetta, che dovea aver luogo sopra una nazione indigena.

Furono fatti studi spettroscopici sulla cometa, e si potè stabilire la presenza dei raggi brillanti del sodio e del carbonio o di uno dei loro composti. Lo spettro della coda fu trovato identico a quello del nodo, solo i raggi un poco più deboli.

A queste comete si devono pure aggiungere alcune altre, le quali, o per le loro belle code o per qualche carattere speciale, son degne di nota. Vogliamo dire le comete del 1577, 1744, 1845, 1871, 1874, 1881, 1908.

12. **Cometa del 1577.** — La cometa del 1577 va collocata fra le più splendide. Essa prese delle forme strane, in modo che il popolo vide in queste forme spade di fuoco, croci sanguinolenti, pugnali infiammati, e finì per credere alla fine del mondo. Noi ne diamo la figura nella tav. XV: la sua coda presentò pure variazioni nella lunghezza, e mentre il 23 novembre era di 37 milioni di km., al 10 dicembre diventò di 66 milioni, al 5 gennaio di 44 milioni, e al 12 gennaio di 15 milioni.

13. **Cometa del 1744.** — La cometa del 1744 nella notte dal sette all'otto marzo mostrò sei code disposte a ventaglio, e somigliava ad una splendida aurora boreale, che si levasse maestosamente nel cielo. Passò vicino al Sole il 1.° marzo, e splendette talmente, da rendersi visibile di pieno mezzogiorno.

14. **Cometa del 1845.** — La cometa del 1845 fu scoperta da Montaigne nel 1772, poi veduta da Pons nel 1805, e quindi ritrovata e riconosciuta come periodica da Biela e da Gambart nel 1826, dal nome di questi due suole chiamarsi talora cometa di Gambart, altre volte e più spesso, cometa di Biela. Questa cometa va segnalata per un fatto singolare, che fu uno dei principali argomenti allo Schiaparelli per la sua teoria sulle stelle cadenti.

Il periodo di questa cometa era di se i due terzi, ricomparve nel 1845 al 25 novembre, ma il 13 gennaio 1846 fu vista spezzarsi in due (vedi tav. XV). I due nuclei, che si formarono, distavano fra loro a metà gennaio 274 mila km., e al principio di marzo 310 mila km., e presentavano differenze nel colore e nello splendore. Non si sa per quale motivo abbia avuto luogo questa scissione; il fatto è, che in seguito si mostrarono due comete, le quali andavano per il cielo, come sorelle gemelle, fornite tutte e due di nucleo, testa e coda. Esse ritornarono nel 1852 a una distanza l'una dall'altra di due milioni quattrocento undici mila km., ma poi non si videro più ed oggi ancora le aspettiamo. Certo che queste comete devono avere subìto una qualche trasformazione lungo il loro cammino.

Alcune comete, avvicinandosi troppo a Giove, sentono la sua influenza, la quale le devia dalla strada che percorrevano e quindi possono rendersi a noi invisibili; ma per la cometa di Biela ciò non ebbe luogo. Essa dovea ricomparire secondo i calcoli nel 1877, e la sua orbita intersecare l'orbita della Terra, nel punto, per cui questa passa il 27 novembre. Ora è avvenuto questo fenomeno singolare, che nella sera del 27 novembre si ebbe una pioggia straordinaria di stelle cadenti. Nell'Osservatorio del Collegio Romano a Roma se ne contarono 13800, nell'Osservatorio di Moncalieri 33400, in altri luoghi se ne contarono sino a 160000. Dagli studi dello Schiaparelli pare accertato che la materia cosmica, che la Terra incontra nel 27 novembre, e che diede e dà luogo alle stelle cadenti di questa epoca, non sia altro che una frazione delle membra scomposte della cometa di Biela.

Il fenomeno dello sdoppiamento è stato verificato altre volte e s'incontrano esempi nelle cronache dei diversi tempi. Seneca, discorrendo della cometa dell'anno 372 avanti Cristo, ricordata dallo storico Eforo, afferma che questi disse essersi la medesima scissa in due stelle; Dione Cassio, narrando i prodigi avvenuti in Roma innanzi la morte di Agrippa, 13 anni prima della venuta di G. C., fa menzione di una cometa, la quale, dopo di avere per molti giorni sovrastato alla città, disparve in faci.

La prima cometa del 1860, scoperta nel Brasile dall'astronomo Liais, è apparsa doppia, e di più, nella maggiore delle due parti separate, si videro due nuclei, in modo che pareva che la cometa dovesse suddividersi ancora. Un nucleo secondario si staccò pure dal nucleo principale della grande cometa del Donati e da quella del 1882, ed infine la cometa telescopica Brooks, scoperta il 6 luglio 1889, si divise il 1.° agosto in tre parti.

15. **Cometa del 1871.** — La cometa di Encke del 1871 (vedi tav. XV), va ricordata, perchè è stata la prima cometa periodica fissata a periodo

Digitized by Google

brevissimo, giacchè questo è di circa 40 mesi. Veramente è stata scoperta da Pons, che la vide nel 26 novembre 1818 come una piccola macchia lattea appena percettibile. Encke ha soltanto stabilito la periodicità del suo movimento ed ha constatato, che era identica a quelle del 1786, del 1795, del 1815 e che doveva ritornare il 24 Maggio 1822 dopo essere stata ritardata di 9 giorni per l'influenza di Giove. Questa predizione si verificò così esattamente, che gli astronomi concordi diedero il nome di Encke alla cometa.

Essa ha assunto importanza, perchè diede occasione al problema del *mezzo resistente*, questione combattuta in modo diverso dagli astronomi e dai fisici.

Il periodo di rivoluzione di questa cometa diminuisce a poco a poco, e dal 1825 al 1852, intervallo di tempo che abbraccia appunto nove rivoluzioni intere, diminuì di un giorno. Encke e Olbers attribuirono questo decremento del tempo della rivoluzione ad una sostanza tenuissima e resistente, della quale, secondo i due astronomi, sono pieni gli spazi interplanetari. Questo mezzo, opponendosi al moto della cometa, tenderebbe a accorciarne il percorso e ad avvicinarla al Sole, originando così un moto a spirale che terminerebbe con una caduta sul Sole. Ma qua il lettore potrebbe domandare come mai un tale intoppo, che dovrebbe naturalmente prolungare il periodo di rivoluzione della cometa attorno al Sole, viene invece ad accorciarlo? Questa apparente contradizione si può spiegare nel seguente modo: Se alla corsa di una locomotiva viene posta una resistenza, per esempio quella di un freno, è evidente che l'effetto sarà un rallentamento, il quale accrescerà il tempo totale del tragitto. Ma quando la locomotiva sia un corpo celeste viaggiante secondo le leggi della gravitazione in una orbita chiusa, attorno a un corpo maggiore, accadrà precisamente il contrario: la velocità, con la quale il corpo si teneva lontano dall'astro centrale, venendo a rallentarsi, non basterà più a controbilanciare l'attrazione di questo, il quale attirerà il corpo a sè costringendolo man mano a girare in un'orbita sempre più piccola ed orbita più piccola significa tragitto più breve.

Una forte obbiezione al mezzo resistente è stata fatta dagli astronomi i quali dissero: come mai questa resistenza che dovrebbe influenzare tutti i movimenti dei corpi celesti, ne riguarda invece un numero così limitato? Nè la Luna, nè gli altri satelliti, nè i pianeti, nè le altre comete hanno dato mai segno nei loro movimenti di questo *mezzo resistente*, il quale se esistesse verrebbe anche ad alterare le leggi sulla gravitazione universale. Ma i fisici risposero che non tutti i corpi hanno la stessa costituzione, la stessa densità, lo stesso peso specifico, e quindi lo stesso modo di comportarsi nel fendere una resistenza eventuale.

Il problema della resistenza dell'etere cosmico al giorno d'oggi rimane ancora insoluto.

16. **Cometa del 1874.** — La cometa del Coggia è stata scoperta da questo astronomo il 17 aprile 1874 a Marsiglia. La sua luce era di un bianco pallido verdastro, che la rese visibile ad occhio nudo nel luglio dello stesso anno; essa avea un nucleo circondato da una chioma a guisa di corona, che poscia si trasformò in coda. Nel suo commino la cometa si avvicinò di molto alla Terra.

17. **Cometa del 1881.** — La cometa del 1881 fu vista per la prima volta dal Sig. Tebbutt di Windsor nella Nuova Galles il 22 maggio, e in Europa si rese visibile la notte dal 22 al 23 giugno. Era assai bella e singolare per la mutabilità degli aspetti; il suo nucleo, qualche giorno grande in apparenza quanto Giove e più brillante delle stelle più splendenti, era stranamente foggiato con prominenze varie, talvolta in forma di corna o di cetra. La nebulosità, che formava la chioma e la coda, presentava una luce interna, che andava insensibilmente degradando, massime a partire dal mezzo della lunghezza della coda. La chioma appariva, verso il Sole, a zone concentriche, e talvolta, dal 27 giugno al 1.° luglio, lanciava getti o fiocchi più lucidi. La sua coda, da principio semplice, si mostrò il 27 giugno al P. Denza, e all'astronomo Tempel, bipartita con un'appendice più debole; nella sua massima estensione abbracciava un arco di cielo di 20 gradi.

Il periodo di questa cometa fu calcolato di 2590 anni.

18. **Cometa del 1908.** — Nella tav. XV diamo pure l'aspetto che prese in quattro giorni successivi la terza cometa scoperta nel 1908. Questa cometa è stata trovata il 3 settembre dall'astronomo Morehouse, all'Osservatorio Yerkes presso Chicago, a mezzo della fotografia celeste. È stato calcolato che l'orbita di questa cometa è una parabola (la curva descritta da un projettile lanciato in aria in direzione obliqua), sicchè essa non ripasserà mai più attraverso al nostro sistema planetario. La cometa al momento della scoperta era della nona grandezza; dopo una quindicina di giorni divenne dell'ottava, successivamente della settima e della sesta; il 22 ottobre raggiunse il massimo splendore divenendo visibile ad occhio nudo e nei binoccoli come una stella dalla luce diffusa o sfocata. Questa cometa è notevole per le grandi variazioni che bruscamente ha subite nel suo aspetto.

19. **Probabilità dello scontro della Terra con una cometa.** — Ora che abbiamo a larghi tratti descritto le principali comete, e che abbiamo visto gli aspetti, le forme, i mutamenti che presentano, e che, quantunque non conosciamo la natura intima delle forze che in esse agiscono, e la sostanza della quale sono formate, pure conosciamo perfettamente il cammino da esse tenuto, quando questo non venga modificato dall'attrazione di

Digitized by Google

un qualche pianeta a cui per caso si avvicinano, possiamo farci la seguente domanda: È probabile che la Terra nella sua orbita incontri una cometa? E incontrandola: quali sarebbero le conseguenze che potrebbero derivare a noi poveri mortali?

Per rispondere alla prima domanda basta considerare il numero delle comete che viaggiano nello spazio. Le comete osservate sono ormai a centinaia, e il numero loro cresce ogni anno. Durante l'intero secolo decimosettimo si hanno notizie di sole 27 comete viste, mentre oggi altrettante comete si osservano in media in meno di quattro anni. Un facile calcolo di probabilità partendo dal numero delle comete note ed osservate, non chè dalla relativamente angusta plaga di spazio da esse occupata, guida per induzione al numero delle comete verosimilmente esistenti, numero che nello spazio universo sale, non c'è fondamento per dubitarne, a milioni. E ben a ragione diceva Keplero che vi sono tante comete in cielo quanti pesci nel mare, in modo che un pescatore, posto sulla superficie del Sole, non potrebbe gettare la lenza nello spazio senza afferrarne una.

Limitandoci a considerare lo spazio occupato dal sistema del Sole, e ponendo per ipotesi uguale a cinque il numero delle comete che ogni anno, portate dal moto proprio, passano fra la Terra e il Sole, si trova che il numero delle comete, le quali ogni anno entrano nel sistema solare e da esso escono, è eguale a 240, e che il numero medio delle comete esistenti in ogni istante di tempo entro il sistema del Sole non è minore di 5934. Ciò asserisce il professore Celoria, il quale aggiunge: si tratta di numeri verosimili e solo lontanamente approssimati, ma certo è che, relativamente al grande numero delle comete ognora esistenti nel nostro sistema, minimo è il numero delle comete, che gli astronomi riescono ogni anno a vedere e osservare.

Ciò non ostante data la immensità dello spazio si può dire che è molto improbabile uno scontro colla Terra.

Ma dato pure che l'incontro dovesse succedere, vediamo quali sarebbero le conseguenze. La Terra può incontrare la coda e l'atmosfera della cometa o pure il nucleo. Se incontrasse la coda e l'atmosfera non ne avrebbe alcun danno, noi assisteremmo semplicemente a una pioggia di stelle cadenti o di aurore boreali. Gli idrocarburi, che si trovano nell'atmosfera cometaria e che sarebbero venefici, in causa dello sviluppo di calore prodotto dall'urto delle due atmosfere terrestre e cometaria, verrebbero decomposti prima di poter giungere a noi. La Terra attraverserebbe l'atmosfera della cometa come una palla di fucile attraversa uno sciame di mosche. Questo incontro l'abbiamo avuto, a quanto pare nel 1819 e 1861, ma noi fummo così poco influenzati, che il fatto fu solo rivelato da calcoli eseguiti dopo l'avvenimento.

Che se poi incontrasse il nucleo e, supposto che esso fosse solido e delle dimensioni di quelli che abbiamo visto in alcune comete, cioè di 8000 oppure 9000 km. di diametro, certo che un urto con una velocità di 100.000 km. all'ora produrrebbe conseguenze, che non si possono valutare. Abbiamo però buoni argomenti, come abbiamo detto, per ritenere che i nuclei non sieno solidi, ma costituiti da una miscela di materie granulari e gasose. Alcuni hanno esagerato sulle conseguenze di un probabile urto con una cometa, e hanno detto che questo potrebbe produrre un diluvio universale, o pure il ratto della Luna, o un freddo intenso da non poter più vivere; sono mere congetture alle quali non si deve prestar fede.

20. **Stelle cadenti.** — Piuttosto che occuparci a lungo dello scontro della Terra colle comete, parliamo dell'incontro della Terra colle particelle, che alcune comete o nubi cosmiche disperdono, in modo da formare degli anelli chiusi e continui, o delle fiumane o correnti di materia cosmica, fenomeno che spesso avviene, e che dà luogo a quello spettacolo, che in alcuni anni fu veramente stupendo, della pioggia delle stelle cadenti.

Ecco come lo Schiaparelli descrive l'apparire delle stelle cadenti: Una fiaccola luminosa appare subitamente in una parte qualunque della sfera stellata, rapidamente corre serbando per lo più una costante direzione, e poi si estingue, talora scoppiando a modo di razzo, più spesso perdendo per gradi la propria luce.

Ogni notte vi sono in cielo stelle cadenti e un osservatore ne può osservare in media in un'ora da quindici a venti: ma il fenomeno si fa molto notare in due epoche determinate dell'anno, cioè circa al 10 di agosto, e al 14 novembre. La periodicità di questo fenomeno ha dato argomento allo Schiaparelli di esporre la sua ipotesi sulle cadenti, facendolo ascrivere fra i fenomeni celesti, mentre prima si credeva che esso dipendesse da emanazioni terrestri.

Le stelli cadenti sono materia cosmica, vagante negli spazî planetarî, la quale materia, incontrando l'atmosfera terrestre con grandissima velocità, si accende, e dopo un periodo brevissimo di conflagrazione, si disperde in vapori od in pulviscolo impalpabile. Siccome questa materia percorre in cielo quegli spazi che sono percorsi da comete, così si ritiene che la materia delle stelle cadenti non sia altro che la stessa materia delle comete, ossia, come dice lo Schiaparelli, *polvere* o *farina di comete*. Questa materia formerebbe anelli o armille continue giranti intorno al Sole, come una torma di uccelli di passaggio od uno sciame di insetti, in alcuni punti più densi, in altri meno, in modo che le

Digitized by Google

piogge più splendide si hanno quando la Terra incontra questi anelli nelle parti più dense. Si ritiene vi sieno più centinaia di questi anelli i quali incontrano la Terra. Essi poi la possono incontrare anche in numero di due o tre alla volta, dando così origine, in molte notti dell'anno, ad una confusione di piogge meteoriche.

Le piogge meteoriche dell' agosto e del novembre, come quelle di altre epoche, sembrano emanare da spazi determinati del cielo; ossia, se si segnano le direzioni, secondo le quali corrono le cadenti, e si prolungano, esse concorrono presso a poco nella stessa regione celeste. Queste porzioni di cielo, dalle quali partono, si dicono *radianti*. L'esistenza del punto radiante è un effetto di prospettiva, a quella stessa guisa che i filari d'alberi, che fiancheggiano un lungo viale sembrano divergere da un medesimo punto. I radianti visibili in tutto il firmamento sono circa 1500, ma i principali si calcolano circa 200. Le meteore dell'agosto si dipartono per la maggior parte da un gruppo di stelle, che formano la costellazione di Perseo, e per questo si diede ad esse il nome di *Perseidi*, quelle invece di novembre partono dalla costellazione del Leone, e quindi si chiamano *Leonidi*.

La quantità di stelle filanti del novembre supera di molto quella dell'agosto. Le più splendide piogge del 14 novembre si ebbero negli anni 1799-1833-1866; il periodo è di trentatre anni e un quarto. Vi doveva essere un massimo nel 1899, che non si ebbe: anzi in quella occasione, un profeta del tempo, avea predetto la fine del mondo. La pioggia del 14 nov. è legata alla cometa del 1866 scoperta da Tempel; questa cometa percorre l'orbita delle cadenti, e si trova in testa a tutta la corrente. È un grande esercito di milioni e milioni di corpuscoli, preceduto dalla cometa, che percorre disciplinato, silenzioso un'orbita determinata nel grandissimo spazio interplanetario. Di queste piogge almeno 13 sono registrate a cominciare dal 902 e delle tre ultime, di quella del 1799, di quella del 1833 e di quella del 1866 si hanno notizie precise e dettagliate. Quella dell'anno 1833 pare abbia prodotto la più splendida manifestazione di fenomeni. Furono questi osservati dalla vasta regione americana che dai grandi laghi del nord va fino al Messico Centrale e alla Giamaica; a Boston in 7 ore furono viste 240.000 stelle cadenti; nei momenti di maggiore intensità della pioggia meteorica furono viste fin 1000 stelle cadenti in un minuto primo. Le stelle piovevano da tutte le parti del cielo, che pareva fosse tutto in fiamme; fenomeno, a quanto dissero gli spettatori, indimenticabile, splendido, magnifico, stupendo, meraviglioso, prodigioso. Un piantatore della Carolina del sud narra che i poveri schiavi neri prostrati a terra, esterrefatti, le braccia tese, fra grandi clamori invocavano l'altissimo ad avere pietà di loro, a salvare almeno il mondo. Il professore Kirkwood scrive che incontrato il giorno dopo la memorabile pioggia meteorica, un fattore del paese, questi ebbe a dirgli che era ansioso che la sera e la notte venissero, per vedere se in cielo vi fossero ancora delle stelle, tante ne erano cadute.

Le meteore dell'agosto sono in relazione colla splendida cometa del 1862, e pare si abbia una fase di massimo ogni 100 o 110 anni.

Oltre alla pioggia principale del 14 novembre, in questo mese ne abbiamo un'altra al 27, la quale è legata, come abbiamo visto, alla cometa di Biela, e il cui periodo non è molto diverso da 13 anni. Abbiamo avuto un magnifico spettacolo di questa pioggia la sera del 27 novembre 1885, spettacolo che è stato la riproduzione di quello del 1872 (vedi tav. XXI).

La sera del 27 novembre 1885 a Moncalieri il P. Denza e i suoi assistenti in quattro ore numerarono 39546 stelle cadenti, quantunque le nubi ingombrassero parte del cielo. Se non ci fossero state nubi, le cadenti avrebbero raggiunto il numero di 623000: in quindici minuti di cielo sereno se ne numerarono 6200.

A Milano in 52 minuti ne furono contate 3106, in media 60 per minuto. E queste non furono che le visibili ad occhio nudo; che se poi aggiungiamo quelle telescopiche, le quali certamente sono più numerose, si vede come il numero diventi stragrante. L'illustre professore Celoria fa una descrizione di questa pioggia e scrive: « Le cadenti si mostravano seguite da tracce luminose diversamente lunghe, quasi solchi di fuoco che per un istante ne segnavano sul fondo del cielo la trajettoria; il loro moto, se paragonato a quello delle altre cadenti in generale, era piuttosto lento: nel loro colore predominava il rosso, forse per l'abbondante quantità di vapore acqueo sparso nella nostra atmosfera: delle trajettorie loro, le più vicine alla regione da cui parevano irradiare erano brevissime, le più lontane dalla regione stessa assai più lunghe, e tanto più lunghe quanto più lontane ».

Il fenomeno delle stelle cadenti è visibile su lungo tratto di Terra; per esempio, la pioggia del 1866 fu osservata simultaneamente in Europa e nell'India, e al Capo di Buona Speranza; quella del 1872 in Svezia, in Grecia, in Russia e nell'America del Nord, quella del 1885 in tutta Italia, in diversi punti dell'Inghilterra, della Germania, dell'Austria, a Pulkova presso Pietroburgo, nella Svezia, nel Belgio, nella Svizzera, nella Francia centrale e meridionale, nella Spagna, nello Stretto di Gibilterra, in Algeri, a Tunisi, a Beyrout, a Scutari, a Costantinopoli.

21. **Bolidi.** — I bolidi secondo alcuni astronomi non differiscono sostanzialmente dalle stelle cadenti, ma si distinguono da esse per una grandezza apparente assai più notevole, per esempio

Digitized by Google

eguale a quella di Venere o di Giove, e qualche volta, in casi eccezionali, a quella della Luna.

I bolidi si presentano d'ordinario come globi di fuoco, che attraversano rapidamente lo spazio diffondendo tutto intorno una luce smagliante e lasciando dietro uno strascico luminoso. Qualche volta scoppiano con una o più detonazioni simili a scariche di cannoni o di moschetteria, che si odono a grandi distanze, e mandano sprazzi luminosi in più direzioni. Più raramente lasciano cadere frammenti solidi in Terra, i quali si raccolgono sotto il nome di aeroliti (pietre dell'aria) od uranoliti (pietre del cielo).

I bolidi si producono tanto di giorno che di notte, naturalmente di giorno sono poco visibili. La loro luce può essere o rossa, o gialla od anche verde, e va soggetta a cangiamenti; è prodotta, come pure il calore che in essi si sviluppa, dalla compressione dell'aria, che attraversano, giacchè in media vanno con una velocità di circa 55 km. al minuto secondo. Sembra che essi si accendano ad una altezza, che è compresa fra cento e cinquecento km., e che si spezzino a dodici o pure quindici km. di distanza dalla superficie terrestre.

Noi diamo alcune figure di bolidi nella tav. XIX.

Il primo è stato osservato durante la guerra franco-prussiana, alle undici di mattino, a Boulogne sur-Mer in Francia. Venne dalla Manica, e a giudicarlo dalla striscia, che lasciava dietro a sè, così dicono coloro che l'hanno veduto, si pensava involontariamente a un essere invisibile, che corresse nel cielo tenendo in mano una fiaccola. Questa striscia luminosa, che si perdeva nel cielo, tanto era lunga, che somigliava al fumo che esce dal cammino di una grande fornace. Ad un dato istante il bolide scoppiò con forte detonazione, in modo che le case si scossero e si udirono per l'aria i sibili prodotti dalla dispersione violenta dei frammenti del corpo.

Il secondo è stato osservato il 27 settembre 1857 a Quenygouk. Era seguito da una luce intensissima, disposta a forma di ventaglio chiuso di piuma, e durante il suo tragitto nell'aria faceva udire forti detonazioni, le quali terminarono in una pioggia di pietre.

Il terzo è stato osservato il 6 aprile 1888, a undici ore circa di sera, dalla gente di una nave, che si trovava nell'Oceano Indiano. Era di uno splendore vivissimo, avea la forma di una cometa con testa e coda, è passato sopra il capo dei viaggiatori, i quali erano esterrefatti, ed ha percorso un arco di 180 gradi in 30 secondi. La testa eguagliava il disco della Luna ed era di una luce bianca smagliante, la coda si estendeva per lungo tratto. Ad un dato istante la coda si mostrò tagliata in quattro segmenti, e poscia, forse per effetto di prospettiva, avendo il bolide cangiato posizione, sparve, e la meteora prese l'aspetto di una enorme palla rossa.

Il quarto è stato visto a Costantina, il 24 marzo 1888, a otto ore di sera. Procedeva lentamente, aveva una coda di 30 gradi di larghezza, e rimase visibile più di venti minuti, durata eccezionale. La testa era circa un terzo della superficie lunare. La coda, che aveva uno splendore abbagliante vicino al nodo, provava fluttuazioni sensibilissime di luce nella sua seconda metà. Essa non era rettilinea, ma deviava bruscamente vicino alla sua estremità, la quale si divideva come un'orifiamma. Il colore del bolide era bianco con riflessi rossastri. Sparve senza detonazione e la coda, dopo aver ondeggiato lungo tempo nell'atmosfera, si dileguò come un fumo leggiero.

Un bolide rimarchevole apparve il 22 febbraio 1909. Le popolazioni dell'Ovest della Francia sono rimaste esterrefatte, esso fu visto anche a Parigi e al Sud dell'Inghilterra. Era di uno splendore insolito, comparve nell'Orsa Maggiore e si estinse vicino alla capra (tav. XXV); lasciò dietro a sè una coda luminosa, che rimase a segnare la sua trajettoria attraverso le costellazioni per più di un'ora. Lo spettacolo era veramente fantastico, in principio era appena visibile, poi il suo cammino andò sempre più allargandosi ed intensificandosi nella luce fino a comparire come una brillante e larga nebulosità. Non diede luogo a frammenti solidi, ma si volatilizzò in tutta la massa.

22. **Uranoliti.** — Nell'antichità e nel medio evo le pietre cadute dal cielo aveano templi e ricevevano un culto, giacchè erano considerate come presagi di bene o male. Un gran numero di medaglie romane, appartenenti a diversi regni, come a quelli di Augusto, di Caracalla, di Trajano, di Vespasiano e d'altri, portano scolpita una pietra di forma conica con un bolide al di sopra.

L'imperatore Massimiliano il 7 settembre 1492, mentre si trovava nell'Alto Reno, vide cadere un aerolite, che donò alla sua armata, come presagio della vittoria che dovea riportare. Egli fece deporre la pietra caduta dal cielo in una chiesa, e proibì di staccarne alcun pezzo, avendone solo preso due pezzettini, uno che tenne con sè, e l'altro che mandò in dono al duca Sigismondo d'Austria.

Un quadro di Raffaelo, che rappresenta la madonna di Foligno e che si conserva nelle gallerie del Vaticano, porta dipinto sotto i piedi della Vergine un globo di fuoco, che figura probabilmente il bolide comparso il 4 settembre 1511 a due ore di notte a Milano e in tutta la regione lombarda con sorpresa e terrore di tutti, tanto era grande la testa, e di tale splendore da credersi in pieno giorno. Questo bolide è stato seguito dalla caduta di circa 1200 pietre, una delle quali pesava 120 libbre, un'altra 60 ed altre meno.

Digitized by Google

Ai tempi moderni gli uranoliti hanno un'importanza sciéntifica, e non solo vengono studiati dall'astronomo per conoscerne l'origine, la natura, l'orbita, ma più ancora dal geologo, il quale ne studia molto bene la costituzione, giacchè sono i campioni della materia, che esiste fuori della nostra Terra, e col mezzo di confronti noi possiamo giungere a scoprire l'origine del nostro globo. Le evoluzioni per le quali è passata, e passa la nostra Terra, sembra sieno quelle stesse per le quali passano gli altri corpi celesti, in modo che si può dire, che la storia del nostro globo è come un riassunto della storia generale dell'Universo.

La caduta degli aeroliti è sempre accompagnata da uno splendore assai vivo, che dura poco tempo, ma che permette di vederli ad una distanza assai grande, e da una o più detonazioni, che somigliano a quelle del tuono o del cannone. Dopo la detonazione si ode una specie di fischio, dovuto al rapido passaggio delle schegge nell'aria, e che i Cinesi paragonano al susurro delle ali delle oche selvatiche, o a quello di una stoffa di seta che si straccia.

La velocità della caduta è uguale alla velocità che hanno i pianeti lanciati nelle loro orbite, cioè da venti a trenta km. per secondo. Gli aeroliti cadono in tutte le regioni (favorendo però alcune principalmente, per esempio: le due Americhe, l'Italia settentrionale, la Francia meridionale, le Indie inglesi), in tutte le stagioni, in tutte le ore del giorno, con cielo sereno ed aria tranquilla, o pure con tempo burrascoso. In media si notano tre cadute all'anno in Europa: quindi, proporzionalmente alla superficie del globo, se ne ammettono 180 constatabili; e, siccome si può ritenere che questo numero sia almeno il terzo degli uranoliti che cadono, così si arriva a stabilire in media dalle 600 alle 700 cadute annue. La cosa curiosa è che queste cadute avvengono ordinariamente entro spazi, che hanno la forma di ovali o di ellissi, il cui diametro maggiore varia dai dieci ai venti chilometri.

Quando gli aeroliti giungono sulla Terra sono sempre cocenti alla superficie, senza però essere incandescenti. Sovente cadendo, se hanno un volume abbastanza considerevole, penetrano nel suolo; alcuni invece si riducono a polvere battendo sulle rocce. Un aerolite raccolto presenta su tutta la superficie una crosta del colore del metallo non brunito. Qualche volta per altro la superficie è lucente, ed allora somiglia ad una vernice; la lucentezza è prodotta dall'incandescenza che la pietra ha subìto, entrando nella nostra atmosfera. La forma delle schegge è essenzialmente quella di frammenti; mai è caduto un corpo di forma sferica.

In quanto alla costituzione degli aeroliti si è notato che alcuni sono formati di solo ferro meteorico, sostanza metallica che ha lo splendore e il colore dell'acciajo: altri sono composti di una materia petrosa di colore grigiastro, che assomiglia alle nostre rocce, nella quale il ferro è disseminato in grani o in masse continue; altri infine sono affatto privi di ferro, ma allora diventano rarissimi. In questi ultimi si trova il carbone combinato coll'idrogeno e l'ossigeno, in maniera analoga alla combinazione che risulta dalla decomposizione delle materie vegetali, in modo che si è fatta attenta osservazione per vedere se queste sostanze contenessero resti fossili, appartenenti ad esseri viventi: ma le ricerche più delicate non hanno palesato alcun che di simile. Se l'uomo avesse potuto scoprire qualche fossile extra-terrestre, forse avrebbe risolto il problema dell'abitabilità degli altri mondi.

Le cadute delle masse, che contengono soltanto ferro, sono più rare delle petrose. In Europa, per il corso di più d'un secolo, non se ne sono osservate con sicurezza che due, una nel 1751 in Boemia, l'altra nel 1847 in Croazia. Del resto se ne sono raccolte in Europa, in Siberia, negli Stati Uniti, nel Messico, nel Brasile e in Africa, le quali si ritengono con tutta ragione di origine extra-terrestre, ma che non ebbero spettatori alla loro caduta. I ferri meteorici sono naturalmente i più pesanti, ne furono trovati sino del peso di 7000 kg.: mentre le pietre meteoriche non superano in media i 50 kg., come eccezione ne abbiamo qualcuna che pesa dai 200 ai 300 kg. In generale gli aeroliti sono grossi come un uovo, e qualche volta anche meno, per esempio come una noce o una nocciuòla.

Sulla natura degli uranoliti resta confermato che le sostanze semplici, delle quali si compongono, si trovano tutte nel nostro globo, o nel Sole; 25 degli *elementi* chimici noti, l'elio incluso, furono trovati negli aeroliti; ma finora di *elementi* nuovi neppure uno. E questo fatto nuovamente prova l'unità della composizione dell'Universo e l'origine della Terra dalla massa unica, come è ammesso dall'ipotesi del Laplace. Siccome poi le sostanze degli aeroliti appartengono alle rocce terrestri, che si trovano a parecchi chilometri dalla nostra superficie, così alcuni li considerano come prodotti lanciati nello spazio dalle primitive eruzioni vulcaniche, o dai vulcani lunari un tempo esistenti. Altri invece ritengono che siano asteroidi, piccoli frammenti di astri analoghi al nostro globo, e che non sono ancora passati per quelle evoluzioni per le quali è pasata la Terra, i quali, avvicinandosi di troppo alla Terra vengono da questa attratti: questa ipotesi è stata emessa fino dal 1794 dal Chladni e pare sia la più probabile.

Noi nella tav. XX diamo i disegni di alcuni uranoliti più importanti.

Il primo è caduto il 30 gennaio 1868 a Pultusk vicino a Varsavia; è il più grosso di migliaia di aeroliti caduti in quel giorno sopra una

Digitized by Google

zona molto estesa, pesa 7 kg., ed appartiene alle pietre meteoriche.

Il secondo è un aerolite ferruginoso, alto 48 cm.; fu trovato nel Chilì nel 1866, in un terreno sabbioso, in modo che si è autorizzati ad assegnare ad esso un'origine extra-terrestre; pesa circa 104 kg. ed è stato mandato alla Mostra di Parigi del 1867; ora è depositato al Museo di Parigi.

Il terzo, il più grosso uranolite dei musei terrestri, è quello così detto di Bendego (Brasile) dalla località nella quale è caduto. Lo si è trasportato nel 1888 a Rio Janeiro, dopo aver superato molte difficoltà ed aver speso più di 100.000 lire, giacchè si è dovuto fare una strada apposita dall'interno di un deserto, in cui giaceva da tempo immemorabile, per condurlo fino alla ferrovia. Un'altra volta, nel 1875, si avea tentato di trasportarlo, ma inutilmente.

Pesa 5360 kg., la sua densità è di 7,5, il suo volume di un metro cubo. la forma è straordinariamente irregolare e bizzarra, contiene ferro e nichelio. È il re degli aeroliti superando quello di 3000 kg. trovato nel 1861 vicino a Melbourne in Australia, del quale una metà è a Londra e l'altra a Melbourne, e gli altri due enormi, che ancora non si sono pesati, e che si trovano uno in Cina vicino la sorgente del fiume Giallo, l'altro nella pianura di Tucuman nella Repubblica Argentina.

Il quarto cadde ad Orgeuil in Francia nel 1864; appartiene agli aeroliti carboniosi, pesa 2 kg. ed è il più grosso di molti altri, che si trovavano in più di 60 luoghi compresi in una zona ovale, l'asse maggiore della quale misurava 20 km.

Il quinto cadde nel 1885, all'epoca dell'incontro della Terra colle stelle filanti, probabilmente provenienti dalla disgregazione della cometa di Biela, a 210 km. da Zacatecas nel Messico. Pesa 3950 grammi, contiene ferro e in piccola dose nichelio, cobalto e fosforo; è caduto producendo lo stesso rumore che fa un ferro arroventato messo nell'acqua e mandando nell'aria una luce fosforescente.

Il sesto cadde a Girgenti in Sicilia il 10 febbraio 1853. In esso si vedono piccole vene segnate nella massa in causa di una forte pressione; questo uranolite fa pensare all'analogia della struttura degli aeroliti con quella delle nostre rocce e dei nostri minerali.

23. **Luce zodiacale.** — È questo uno dei più bei fenomeni celesti, quando lo si possa veder bene, e consiste in una luce di un colore bianco latteo, più marcata vicino all'orizzonte, e poi di mano in mano che si eleva sempre più sbiadita. Ha la forma di un cono, che si dispone nelle nostre latitudini in direzione obliqua rispetto all'orizzonte, ossia nella direzione dell'eclittica, e precisamente secondo lo zodiaco, ragione per la quale si è detta luce zodiacale. Essa appare in alcune regioni soltanto nei mesi di gennaio, febbraio, marzo ed aprile, dopo tramontato il Sole, e prima dello spuntare di esso nei mesi di settembre, ottobre e novembre. Fra i tropici invece si mostra brillante e chiara regolarmente ogni sera in tutti i giorni dell'anno, e si innalza quasi ad angolo retto sull'orizzonte (vedi tav. XXI). Da noi si vede questa colonna di luce soltanto in certe rare giornate trasparenti nella sera, sul finire di febbraio e in marzo, e al mattino verso la metà di ottobre, e somiglia ad una cometa, pallida e mal definita, i cui margini si confondono dolcemente coll'azzurro del cielo; attraverso ad essa qualche volta sono percettibili le più piccole stelle visibili ad occhio nudo. La sua estensione non è sempre la stessa, talora il vertice del cono luminoso arriva al punto più alto del cielo, e all'equatore alcuni osservatori l'hanno veduta fare il giro completo del cielo a mezzanotte, da una parte per l'ovest, dall'altra per l'est fino allo zenit.

Sembra ora dimostrato che la luce zodiacale sia dovuta a corpuscoli riflettenti la luce solare. Questi piccolissimi corpi sarebbero disposti in un immenso elissoide di rivoluzione molto schiacciato col centro nel centro del Sole, coll'asse maggiore all'incirca coincidente con quello del Sole ed esteso molto al di là dell'orbita della Terra. Le recenti fotografie dello spettro debolissimo della luce zodiacale, ottenute all'Osservatoio Lick in California, hanno mostrato le più grosse righe di Fraunhofer, che si riscontrano nello spettro stesso del Sole.

Digitized by Google

VI - L'UNIVERSO STELLARE

1. Introduzione. — 2. Le costellazioni e modo di trovarle nel cielo. — 3. Le stelle. — 4. Grandezza delle stelle. — 5. Temperatura delle stelle. — 6. Luce delle stelle. — 7. Colore delle stelle. — 8. Composizione delle stelle. — 9. Scintillazione — 10. Stelle variabili. — 11. Stelle doppie e multiple. — 12. Gruppi stellari. — 13. Nebulose — 14. Movimenti delle stelle — 15. Distanza delle stelle. — 16. Età delle stelle. — 17. Fotografia del cielo. — 18. Struttura e grandezza dell'Universo.

1. Introduzione. — Le stelle, questi astri luminosi, che brillano attraverso l'atmosfera terrestre, centri forse di sistemi planetarî eguali o più numerosi del nostro, per certo più grandi del nostro Sole, attirarono sempre lo sguardo dell'umanità, la quale, assorta in una dolce estasi nelle notti serene, cerca dimenticare nella contemplazione del cielo i dolori e gli affanni della vita.

La contemplazione dell'Universo stellare è cosa altamente poetica, il firmamento, come scrive il Celoria, è la più grande delle sintesi, la sintesi dell'Universo; come un abisso, attrae chi lo guarda; scuote, agita, eccita anche la mente più inerte, pare il vincolo destinato a collegare il presente al futuro; pare il segno ultimo della vita attuale, il primo dell'avvenire ignoto.

Ma se il firmamento anche pel profano ha tanta attrattiva, quale non dovrà essere il godimento per chi lo abbia studiato e ne conosca le meraviglie? La sola conoscenza delle costellazioni può interessare lo studioso e giovare alla scienza. Conoscendo le costellazioni si può vantaggiosamente stabilire la trajettoria delle stelle cadenti e quindi determinarne il radiante.

L'apparizione di una nuova stella o di una cometa, di un bolide, della luce zodiacale può colpire per prima qualunque persona, e qualora questa fissi il punto del cielo nel quale è apparso il fenomeno, si è resa già benemerita alla scienza.

2. Le costellazioni. — Il nostro occhio, il cui limite di visibilità è eguale in tutte le direzioni, projetta le stelle sulla superficie interna della sfera celeste, detta firmamento, individuata apparentemente dall'azzurro dell'aria atmosferica. Le stelle projettate, mediante la loro disposizione formano alcuni gruppi, che dalla più alta antichità, fino ai giorni nostri mantennero presso a poco la medesima forma, e che si chiamarono costellazioni. Le costellazioni quindi non sono che gruppi *ottici*, giacchè le distanze reali delle stelle che li compongono possono essere molto differenti le une dalle altre, e le figure da essi rappresentate non sono che un giuoco di prospettiva, non avendo le stelle fra loro alcun rapporto speciale. Se l'osservatore potesse trasportarsi in un punto molto distante dalla nostra Terra, le stelle prenderebbero nuove disposizioni rispetto al suo occhio. Ricercare l'origine delle costellazioni vorrebbe dire perdersi nell'ignoto dell'antichità.

Nelle belle pianure del Sennahar, in una col genere umano, ebbe sua culla la scienza delle stelle. Sotto quel limpido cielo, così scrive il Secchi, terminato da un puro orizzonte, silenziose si svolgevano sul firmamento le orbite degli astri allo sguardo curioso di gente aliena ancora dalle sollecitudini di una vita artificiale, che contemplava con occhio innocente l'ammirabile scena del cielo stellato. Là i primi uomini divisero e circoscrissero le stelle in gruppi di forme da loro prestabilite, dando a ciascuno di tali gruppi i nomi che alcune ritengono ancora al presente. Questi nomi sono presi o dalla analogia, che le costellazioni hanno con certi oggetti, che si trovano sulla Terra, o dai rapporti fra i lavori dei campi, gli avvenimenti dell'anno, le stagioni e le costellazioni che si voleva vi presiedessero, o dalla mitologia. Le costellazioni antiche, note ai Cinesi ed ai Greci erano in numero di 48, delle quali 21 boreali, 12 appartenenti allo zodiaco, e 15 australi. Le boreali sono: Orsa maggiore, Orsa minore, Boote o Bifolco, Dragone, Cefeo, Cassiopea, Perseo, Andromeda, Triangolo, Cocchiere, Pegaso, Puledro, Corona boreale, Ercole, Ofiuco, Serpente, Lira, Cigno, Aquila, Freccia, Delfino (vedi tav. XXV). Le zodiacali sono; Ariete, Toro, Gemelli, Cancro, Leone, Vergine, Libra, Scorpione, Sagittario, Capricorno, Acquario, Pesci (vedi tav. XXVII). Le australi sono Balena, Eridano, Orione, Lepre, Cane maggiore, Cane minore, Argo, Idra, Coppa, Corvo, Centauro, Lupo, Altare, Corona australe, Pesce australe (vedi tav. XXVI).

Non bisogna aspettarsi di rinvenire nelle costellazioni, come scrive il Flammarion, pitture di Raffaello, di Michelangelo o di Rubens.

No, sono semplici allineamenti, schizzi quali ne

Digitized by Google

possono disegnare i fanciulli, che con due tratti di matita fanno due gambe, con quattro un corpo, con due altri tratti due braccia, con un circolo la testa. Ecco tutto: Tracciando questo schizzo e ravvisando in questi allineamenti rappresentazioni d'esseri reali o immaginarí, la fantasia dei nostri antenati ha popolato quegli spazi silenziosi di una vita extra-terrestre, più o meno bizzarra e singolare.

Essi vivevano ben più di noi, ben meglio di noi, collanatura. La solitudine delle notti, il vento, la bufera, il zig-zag del fulmine, la fecondità del fiore o della donna, le fantasticherie del sogno, il mormorio del ruscello, i fremiti del fogliame agitato, le fonti ombrose, le quete fontane, tutto si popolava per essi di una specie di vita aerea fuggitiva e inafferrabile, e perfino nella profondità dei cieli essi avevano trovato, inventato, indovinato forme più o meno straordinarie.

Le stelle, che si conoscono ora in cielo, non sono comprese tutte in queste costellazioni, ma bensì alcune restano fra gli interstizi delle medesime. Perciò i moderni raggrupparono queste stelle estranee (dette amorfotoi), e formarono altre costellazioni. Le nuove costellazioni boreali sono: Piccola Volpe, Lucertola, Giraffa, Lince, Cani da caccia, Chioma di Berenice, Leone minore. Le australi sono: Liocorno, Scudo di Sobieski, Sestante, Ottante, Mensa, Idro, Camaleonte, Apode, Pavone, Indo, Tucana, Pesce volante, Mosca, Compasso, Triangolo australe, Dorado, Orologio, Reticolo, Pittore, Croce del Sud, Norma, Fenice, Telescopio, Gru, Cielo, Microscopio, Colomba, Scultore, Macchina pneumatica, Bussola, Fornello chimico.

Le creazioni mitologiche degli antichi sono graziose e poetiche.

I moderni, come abbiamo detto, hanno voluto completarle disponendo figure negli spazi lasciati inoccupati dagli antichi. Ma quanta scarsa inspirazione ebbero essi, e come riuscirono gravi e noiosi colle loro barocche invenzioni! Lo studio dello scultore, il fornello chimico, il cavalletto del pittore, l'orologio, la macchina pneumatica, il sestante, il settore e financo la volpe, l'oca ed il gatto. Tutto ciò è artificiale e sembra messo insieme coll'aiuto di cordicelle.

Quanto più viva era la mitologia pagana, coi suoi dodici segni dello zodiaco inoltrantisi gravemente lungo la sfera, colla Vergine portante la spica, Andromeda incatenata, Cassiopea sul suo trono, e il cavallo Pegaso slanciantesi nello spazio, e il giovine Perseo che teneva nella mano la testa sanguinolenta di Medusa!

Per trovare in cielo queste costellazioni possiamo servirci del metodo così detto degli allineamenti. Una delle più cospicue costellazioni del nostro emisfero, si può dire, a tutti nota, e che nelle nostre latitudini non tramonta mai, è l'*Orsa Maggiore*, detta anche il *Carro* (vedi tav. XXIX). Essa è costituita di un considerevole numero di stelle, ma sette sono le brillanti, che rappresentano le quattro ruote e il timone di un carro. La ζ (vedi in seguito per le lettere greche) di questa costellazione, che è la seconda del timone, è una stella multipla, ossia osservata con un potente cannocchiale si risolve in diverse stelline.

Se si congiungono con una linea retta le due ruote posteriori del *Carro* e si prolunga questa retta per 5 volte e mezza la loro distanza si trova la *Polare*, la quale è l'ultima del timone dell'*Orsa Minore*, costellazione di figura simile all'*Orsa Maggiore*, ma di dimensioni più piccole e rovescia rispetto ad essa. La *Polare*, stella di seconda grandezza, distante un grado e mezzo circa dal polo era ed è la guida dei naviganti; col suo mezzo si determina la latitudine geografica.

La linea, che ci ha guidati alla *Polare*, prolungata di una quantità doppia giunge a *Pegaso*, o la *Grande Croce*, ampio quadrato formato da 4 stelle di seconda grandezza, tre delle quali appartengono alla costellazione di *Pegaso*, la quarta a quella di *Andromeda* (tav. XXIX).

Tra la *Polare* e il quadrato si trova a metà strada a destra *Cassiopea*, ben riconoscibile per la sua figura fatta a W sdraiata, oppure a seggiola.

Prolungando una delle diagonali del quadrato di *Pegaso* e precisamente quella che congiunge α di *Pegaso* con α d'*Andromeda*, s'incontrano β e γ d'*Andromeda*, quest'ultima stella tripla ed uno dei più attraenti sistemi solari. In questa costellazione vicino alla stella ν si trova una nebulosa visibile ad occhio nudo di forma regolarissima quasi perfettamente ovale.

Continuando il prolungamento della diagonale di *Pegaso* si trova α di *Perseo*. L'insieme di α di *Perseo* e di γ e β d'*Andromeda* colle quattro stelle del quadrato di *Pegaso* forma una grande figura avente molta rassomiglianza conquella dell'*Orsa Maggiore*.

Congiunta γ del *Pegaso* con γ d'*Andromeda* e prolungata questa linea di eguale intervallo s'incontra la *Capra*, splendida stella di prima grandezza che appartiene alla costellazione del *Cocchiere* o dell'*Auriga*.

Se si uniscono le due ruote anteriori dell'*Orsa Maggiore* e si prolunga questa linea retta di una distanza eguale a quella, che ha la *Polare* dal quadrato del *Pegaso*, s'incontra la biancheggiante *Vega*, α della costellazione della *Lira*, futura stella polare.

Se si conduce da *Vega* una retta perpendicolare alla precedente si ha l'α del *Cigno*.

Nel prolungamento della retta *Polare* e *Capra* si trova *Orione* (tav. XXIX), la più brillante fra le costellazioni e che nelle nostre latitudini splende in cielo nelle notti d'inverno. In *Orione* si distinguono la testa, le spalle, il cinto, la spada,

Digitized by Google

i piedi. Questa costellazione consta di sette stelle principali quattro $\alpha, \beta, \gamma, \varkappa$, occupano gli angoli di un grande quadrilatero e le altre tre δ, ε, ζ, formanti il *Cinto*, detto anche i *Tre Re* o il *Rastrello* o il *bastone di Giacobbe*, sono disposte in linea obliqua nel mezzo del quadrilatero stesso. In essa vi è la famosa nebulosa, la più bella del cielo, che occupa uno spazio molto più grande di quello occupato dall'intero nostro sistema planetario.

La linea del *Cinto d'Orione*, da una parte incontra *Sirio*, la più brillante di tutte le stelle e che appartiene alla costellazione del *Cane maggiore*.

La stessa retta prolungata dalla parte opposta incontra *Aldebarano* o l'*Occhio del Toro*, stella di prima grandezza e rosseggiante.

Una diagonale condotta per δ e β dell'*Orsa Maggiore* e prolungata convenientemente passa fra le due stelle di seconda grandezza, *Castore* e *Polluce*. Fra *Castore* e *Sirio*, si trova *Procione*, l'α del *Cane Minore*.

La retta, che congiunge le due ruote posteriori dell'*Orsa Maggiore*, prolungata dalla parte opposta della *Polare*, ci conduce alla costellazione del *Leone* della quale è stella principale *Regolo* (tav. XXX).

Nel prolungamento della coda dell'*Orsa Maggiore* si trova *Boote* o il *Bifolco* colla stella principale *Arturo*. Al fianco di *Boote* si vede la *Corona Boreale* colla stella α (Gemma) di seconda grandezza. Sotto la *Corona* si stende il *Serpente* formato da una tortuosa spirale di piccole stelle.

La diagonale, che passa per α e γ dell'*Orsa Maggiore*, prolungata dalla parte di γ, va ad incontrare l'α della *Vergine*, ossia *Spica*, stella di prima grandezza. Arturo, β del Leone (Denebola) e Spica formano un triangolo isoscele, come pure Vega, Arturo e la Polare (tav. XXX).

Sotto la *Vergine* si trova il *Centauro*, l'α del quale è la stella più vicina a noi. Al disotto del *Cancro*, del *Leone* e della *Vergine* serpeggia l'*Idra*.

Dopo la *Vergine* lungo lo Zodiaco abbiamo la *Libra* o *Bilancia*, segnata da due stelle di seconda grandezza, le quali somiglierebbero ai *Gemelli* se fossero più vicine fra loro. Dalla *Libra* si passa allo *Scorpione* costellazione rimarchevole per la sua stella *Antares* di un bel color rosso.

Al cielo australe, oltre le nostre splendide costellazioni d'Orione, del Cane Maggiore, dello Scorpione, del Sagittario e di altre descritte, appartengono ancora le *stelle d'Argo* (Nave), la *Croce del Sud*, il *Pesce australe*, ecc. Nella costellazione *d'Argo* (tav. XXX) abbiamo una nebulosa irregolare vasta quanto quella d'*Orione*. Nella *Croce del Sud* si ammira con indicibile sorpresa un ammasso brillante di 110 stelle di settima grandezza o più piccole.

Sirio, β di *Orione* (Rigel) e α della Colomba formano un triangolo isoscele, così pure Fomalhaut (α del *Pesce Australe*), Achernar (α dell'Eridano) e α del *Pavone*, mentre α del *Centauro*, α del *Pavone* e α dello Scorpione formano un triangolo rettangolo.

3. **Le stelle.** — Le stelle sono innumerevoli come le arene del mare, disse Galileo, quando per la prima volta diretto il cannocchiale sulla *Via Lattea* constatò essere questa un cumulo di stelle; e mentre un occhio ben formato non ne vede in tutto il cielo che circa 6000, numero che a prima vista sembra inferiore alla realtà, il telescopio di Herschel ne ha fatto vedere 21 milioni, la fotografia ne registrerà nella carta celeste circa 25 milioni, e gli ultimi cannocchiali ne fanno calcolare circa 100 milioni. E dire che agli antichi parve un miracolo quello di Ipparco di aver formato un catalogo nel quale si contavano poco più di mille stelle. Di mano in mano che la potenza visiva dell'uomo aumenta per mezzo dei cannocchiali, l'Universo s'ingrandisce e si dissemina di stelle, si allargano quindi i limiti del creato, in quella guisa che si allargano sempre più i cerchi prodotti da una pietra gettata nell'acqua tranquilla.

Una volta per fissare la posizione di una stella si guardava il sito da essa occupato nella rispettiva costellazione, così per es. si diceva: il cuore del Leone, il cuore dello Scorpione, l'occhio del Toro, il piede d'Orione, volendo indicare le stelle che in seguito furono chiamate dai Greci ordinatamente Regolo, Antares, Aldebarano, Righel. Solo nel 1603 (quantunque si abbia motivi di ritenere che fino dal 1561 un Piccolomini italiano, a Venezia, abbia proposto l'uso di lettere latine per individuare le stelle), Bayer, pubblicando alcune carte celesti, mise accanto alle diverse stelle di una medesima costellazione le lettere dell'alfabeto greco α, β, γ δ... Sembra che Bayer avesse intenzione di indicare coll'ordine delle lettere alfabetiche anche l'ordine di grandezza, in modo che la lettera α (alfa) rappresentasse la stella più splendente della costellazione; ma coll'andare del tempo, sia per inavvertenza dell'astronomo tedesco, sia perchè le grandezze abbiano realmente variato, tale ordine non si trova conservato in tutte le costellazioni.

Non essendo in seguito sufficienti le sole lettere greche per il numero di stelle fattosi sempre più grande, Evelio nel 1690 ricorse ai numeri cardinali progressivi, e al giorno d'oggi ci sono carte e cataloghi celesti, in cui sono segnate o catalogate più di un milione di stelle osservate separatamente. I cataloghi fissano la posizione delle stelle mediante due coordinate sferiche a quella guisa che la latitudine e la longitudine dànno la posizione di un luogo terrestre.

4. **Grandezza delle stelle.** — La distinzione delle stelle per grandezza spetta a Tolomeo. Naturalmente la parola grandezza qua non si riferisce alle dimensioni delle stelle, le quali non

Digitized by Google

si conoscono, ma allo splendore che ci mandano. Basta dare un'occhiata al cielo per vedere che le stelle non rifulgono tutte con eguale intensità di luce; i primi uomini credettero fossero più grandi le più splendenti. Ma si capisce che il maggiore o minore splendore può dipendere dalla distanza della stella da noi, dalla luce intrinseca della stella e dalla grandezza effettiva; si ritiene però probabilmente che la prima causa sia quella che più influisca.

Le stelle di prima grandezza sono le più splendenti, e quelle visibili ad occhio nudo si limitano, alla sesta grandezza, le altre fino alla 17.ª grandezza sono visibili coi cannocchiali. L'esperienza ha fatto vedere che le stelle di una data grandezza hanno in generale circa due volte e mezzo più splendore apparente di quelle della grandezza consecutiva, che cioè una stella ad es. di seconda grandezza è circa due volte e mezzo più luminosa (in apparenza) che una stella della terza grandezza, e così via. Un occhio ben formato sprovvisto di cannocchiale, conta precisamente in tutto il cielo 5719 stelle: 3274 nell'emisfero australe, 2445 nel boreale; di queste circa 20 sono di prima grandezza, delle quali è dato il nome nelle tavole XXV e XXVI, 51 di seconda, 200 di terza, 595 di quarta, 1313, di quinta, 3640 di sesta.

Qualora prendiamo un cannocchiale, il numero delle stelle aumenta straordinariamente a seconda dell'ingrandimento di esso, e non vale più il rapporto di tre, presso a poco costante, che si può ritenere per le stelle dei primi sei ordini. Per es. con un binoccolo da teatro si possono vedere le stelle di 7.ª grandezza che sono circa 13,000; con un cannocchiale terr stre si vedono quelle di 8.ª grandezza, in numero di 40.000; con un piccolo cannocchiale astronomico si scorgono quelle di 9.ª grandezza, che superano le 100.000; cogli ultimi refrattori si sono viste stelle di 17.ª grandezza, che si può ritenere sommino i 100 milioni.

Vi sono regioni in cielo, nelle quali si scorgono gruppi di stelle, che si chiamarono formicai, perchè, in spazi più piccoli di quello che occupa il disco della Luna, si sono numerate più di 20.000 stelle.

5. **Temperatura delle stelle.** — L'astronomo francese Carlo Nordmann ha potuto ottenere ultimamente col mezzo di un suo fotometro stellare *(eterocromo)* la temperatura di alcune stelle. Non sarebbe opportuno qua spiegare il metodo da lui adoperato; daremo soltanto i risultati ben intendendo che essi vanno presi con molta riserva. Egli ha trovato che ammettendo nel Sole una temperatura di 6000°, si ha per la Polare 9800°, per Vega 18500, per Algol (β Perseo) 23800°, per γ Lira 28600°, per λ Toro 760000° e così per alcune altre.

6. **Luce delle stelle.** — La più splendente di tutte le stelle, come abbiamo detto, è Sirio, l'alfa del Cane Maggiore, la quale si ritiene essere un Sole più grande del nostro circa 2000 volte, poi vengono in ordine Canopo (α d'Argo), l'alfa del Centauro, Arturo (α del Bifolco), Vega (α della Lira), e la Capra (α dell'Auriga).

Ma qua non si parla che del loro splendore apparente e fino ad ora non si aveva esatta idea della potenza intrinseca della luce delle stelle. È, stato lo stesso Nordmann, il quale basandosi sulla loro temperatura recentemente stabilita è riuscito a calcolare anche lo splendore intrinseco di talune stelle. Egli ci rivela così delle cifre addirittura favolose; perchè mentre la luce del Sole corrisponde a 319000 candele per cm.², quella di Vega e di Sirio, che hanno una intensità cento volte maggiore, rappresentano 6 milioni di candele per centimetro quadrato. Un milione e 900000 candele per l'eguale spazio vanta la stella polare. Altri astri invece sono inferiori di molto al nostro, p. es. Aldebarano non ha che 22000 candele e Perseo appena 4000 sempre per cm.².

È ovvio che soltanto la diversità delle distanze, in cui tali stelle si trovano rispetto alla Terra, livella l'apparenza di queste e d'altre stelle, in guisa da permettere di comprenderle nella stessa classe.

Le stelle colla loro luce illuminano le notti, e la quantità di luce che esse emanano è sufficiente, essendo sopra un'alta montagna e con un'aria pura, per leggere un libro a caratteri grossi. I marinai preferiscono fare le loro manovre di notte alla sola luce delle stelle, l'aerostata trovandosi a grandi altezze discerne nottetempo il posto degli oggetti terrestri.

7. **Colore delle stelle.** — Le stelle non sono tutte dello stesso colore, quantunque per un occhio poco esperto possano parere tali; ve ne sono di bianche, un bianco però che spesso tende all'azzurrognolo, di gialle, di ranciate, di rosse, di azzurre, di verdi. Il colore verde e l'azzurro sono però eccezioni. Sono bianche: Procione (α del Cane Minore), Altair (α dell'Aquila); azzurre: Sirio, la Lira, Castore (α^2 dei Gemelli), Regolo (α del Leone); gialle: la Capra, Polluce (β dei Gemelli), Menkar (α della Balena); ranciate: Aldebarano (α del Toro), Arturo, Betelgeuse (α d'Orione); rosse: Antares (α della Scorpione), l'α d'Ercole.

Nelle stelle doppie (complesso di due stelle vicinissime apparentemente, in modo da essere percepite dall'occhio come un'unica stella), si osserva spesso che i colori delle due stelle sono complementari, ossia tali da formare uniti insieme il color bianco, così per es. vi sono le combinazioni del rosso col verde, dell'arancio coll'azzurro, del giallo col violetto.

La stella doppia β del Cigno ha una stella, che è la più grande, di colore giallo d'oro, e l'altra azzurro di zaffiro.

Noi diamo nel tav. XXII i colori delle stelle doppie: ε (epsilon) Boote, che ha la stella grande di

Digitized by Google

colore arancio debole, la piccola verdigna, Antares (ranciato e verde chiaro), γ (gamma) d'Andromeda (ranciata e verde), α Levrieri ossia il Cuore di Carlo II (giallo e ranciato), α d'Ercole (rancio e verde smeraldo), β del Cigno (giallo e bleu zaffiro).

Alcuni hanno riconosciuto dei cangiamenti periodici nei colori delle stelle, ma questo fatto, che sarebbe importantissimo, non è ancora ben certo.

Ad esempio Sirio, la stella storica che annunziava col suo sorgere eliaco agli Egizii lo straripare del Nilo, fu da Tolomeo annoverata fra le stelle rosse, ed oggi brilla invece di luce bianca. Secondo alcuni il cambiamento del suo colore avvenne fra i tempi di Tolomeo e il fiorire della civiltà degli Arabi. Secondo altri il cambiamento del colore di Sirio non è realmente avvenuto, e Sirio fu erroneamente annoverata da Tolomeo fra le stelle rosse, nè questo è inverosimile perchè gli antichi prestarono solo un'attenzione superficiale ai colori stellari, e non riconobbero per rossa fra le altre una delle stelle più splendenti e più facili ad essere osservate ad occhio nudo, l'alfa *dell'Orsa Maggiore*.

8. **Composizione delle stelle.** — La luce differente delle stelle è prodotta dalle sostanze differenti che in esse bruciano, e la invenzione dello spettroscopio (del quale strumento tratteremo in altro capitolo) ha fatto sì, che l'astronomo abbia potuto analizzare la natura della materia stellare colla facilità colla quale il chimico analizza le sostanze terrestri nel suo laboratorio. Il primo che ha studiato le stelle allo spettroscopio fu l'ottico tedesco Fraunhofer, ma i veri progressi in questo ramo d'astronomia si devono ad un astronomo italiano, il Donati di Firenze, il quale nel 1860 ha studiato la composizione di quindici stelle principali. La strada aperta dal Donati è stata con risultati ancora più splendidi battuta e superata dal Secchi nel Collegio Romano.

In α d'Orione si scopersero molti corpi semplici tra i quali il ferro, il sodio, il magnesio, in Sirio l'idrogeno, il sodio, il magnesio, in Arturo, Aldebarano, Polluce e nella Capra sodio, calcio e ferro. Le ricerche spettroscopiche, oltrechè svelare a noi le sostanze delle quali sono formate le stelle, risultato che neppure si poteva sospettare prima dell'invenzione dello spettroscopio, e che ci ha messo in mano argomento valido per proclamare l'uniformità di materia nei corpi creati, hanno anco a fatto conoscere questo di positivo, che mentre le stelle sono numerosissime, pure i loro spettri si riducono a poche forme ben definite e distinte, che il Secchi ha chiamato *tipi*.

Il Secchi ha esaminato 4000 stelle ed ha distinto in esse quattro tipi, che ora brevemente dilucideremo, e di alcuni dei quali sono indicati gli spettri nella tav. XXII.

Il primo tipo è quello delle stelle bianche o azzurrognole. Lo spettro di esse è continuo, vi sono quattro righe nere dell'idrogeno. Si ritiene abbiano un'elevatissima temperatura e un'atmosfera d'idrogeno molto densa. Più di metà delle stelle visibili appartengono a questa classe. Il secondo tipo è quello delle stelle gialle. Lo spettro in esse, simile a quello del Sole, è solcato da righe finissime, le righe dell'idrogeno appena vi si vedono; anche le stelle di questo tipo sono numerosissime. La loro composizione chimica è quasi identica a quella del nostro Sole. Il terzo tipo è delle ranciate e rosse. Lo spettro è formato da forti linee foschе sfumate, che separano tratti più luminosi di ineguale densità e luce, e che danno allo spettro l'aspetto più o meno netto di colonne scanalate, vedute in prospettiva. L'idrogeno si trova in queste stelle in piccola quantità, vi è però una forte pressione e un grande innalzamento di temperatura. Il quarto tipo è assai bizzarro e vario, esso comprende alcune stelle assai curiose, che sono per lo più di color rosso di sangue e piccole, tutte inferiori alla quarta grandezza. Lo spettro in esse è a colonnato, somiglia a quello del terzo tipo.

Vi sono poche stelle, che non entrano in questi tipi. La più famosa fra le eccezionali è la γ di Cassiopea, anzi è l'unica stella che presenta uno spettro particolare. Alcune stelle col tempo passano da un tipo all'altro, e quelle di uno stesso tipo sono molto numerose in una stessa parte di cielo.

Una volta studiate le sostanze, che compongono le stelle, e trovato che sono presso a poco quelle che compongono il nostro Sole, portate forse a un grado di temperatura più o meno elevato ed attorniate da un'atmosfera d'idrogeno più densa e più calda, potremo senza tema di errore concludere, quello che fino da principio abbiamo ammesso, che le stelle sono altrettanti soli simili al nostro. Questa affermazione non deve però esser presa nel senso letterale della parola nè suona identità. Fra il Sole e le stelle, fra stelle e stelle esistono differenze non solo di calore e di splendore; le osservazioni accennano inoltre a vere differenze di composizione chimica.

9. **Scintillazione** — Fra i fenomeni più belli, che si ammirano nel cielo, vi è anche quello della scintillazione delle stelle, che è così descritto dal Secchi: quella luce che si slancia or fiacca or viva a lampi intermittenti, or bianca, or verde, or rossa, a guisa di riflessi di un vivo diamante, e che rapisce il più indifferente osservatore. Nella scintillazione si possono distinguere tre fasi: 1.° il mutamento dello splendore, in modo che la stella sembra spegnersi per poi riaccendersi; 2.° il mutamento di colore; 3.° il mutamento di posto, ossia il tremolìo, o, come lo chiama Humboldt, la danza stellare; questa ultima fase però non accompagna sempre la scintillazione.

Digitized by Google

La scintillazione è propria solo delle stelle, i pianeti non scintillano, come abbiamo detto in altro capitolo, se si eccettui Venere in casi eccezionali, e nelle sue fasi minori; essi invece spesso oscillano all'orlo e sono come *bollenti*.

Le stelle, che scintillano di più, sono le bianche, in media danno 86 vibrazioni al minuto secondo, qualora si trovino a 30 gradi di altezza; le meno scintillanti sono le ranciate o rosse, in media vibrano 56 volte al secondo; quelle di color giallo hanno una scintillazione media tra queste due.

Non si è ancora spiegata la causa di questo fenomeno, alcuni la attribuiscono alla natura intrinseca della stella, altri alla nostra atmosfera, altri ancora e all'una e all'altra cosa. Certo che l'atmosfera terrestre vi giuoca nel fenomeno, giacchè si è osservato che nelle cime delle alte montagne e in pallone la luce delle stelle è calma e tranquilla come quella dei pianeti, così pure nelle alte e quete regioni equatoriali, in quelle ore di calma che precedono gli annuvolamenti. Ognuno può vedere che nelle giornate di vento, e massimamente dopo una forte pioggia che abbia, come si dice volgarmente, purificata l'aria, la scintillazione è grande. Ciò non esclude che si sieno osservate forti oscillazioni anche poco tempo prima della pioggia, e perciò si ritiene che la presenza dell'acqua o del vapor acqueo nell'atmosfera influiscano moltissimo, se non come causa precipua, almeno come condizione necessaria al fenomeno. La vibrazione è più vivace verso l'orizzonte e va diminuendo di mano in mano che l'astro si eleva, ossia col diminuire dello spessore degli strati di atmosfera che il raggio di luce deve attraversare: è più forte in inverno che in estate.

Basato su queste osservazioni, il Secchi tentò di spiegare il fenomeno colle semplici ondulazioni atmosferiche, e portò una similitudine, la quale meglio di qualunque dimostrazione mette in chiaro la spiegazione. Se in un serbatoio d'acqua tranquilla cadono i raggi solari, il fondo sarà illuminato uniformemente; ma se vi si destino delle onde alla superficie, si vedranno sul fondo delle liste di colori prismatici, che vanno scorrendo rapidamente. Un punto bianco fisso su di esso viene così colorato successivamente in rosso, giallo, verde, bleu, ecc. Un occhio posto in quel punto vedrebbe l'oggetto luminoso comparire ora rosso, ora verde, ecc., secondo il raggio che lo percuote, senza mutar posto affatto.

Dell'opinione del Secchi sono pure altri eminenti fisici, ma la loro ipotesi incontra ancora forti difficoltà per passare nel campo delle teorie.

Una spiegazione più plausibile, che però qua non trova posto, è stata data dal professor Lorenzo Respighi, direttore dell'Osservatorio del Campidoglio dal 1866 al 1889.

10. Stelle variabili. — In generale le stelle ci mandano sempre la stessa quantità di luce, però ve ne sono circa 800 che cambiano in modo evidente di splendore col tempo, e che si dicono appunto *variabili*. Le stelle colorate in giallo, ranciato e rosso, possono dirsi quasi tutte variabili. La variabilità di splendore delle stelle è stata studiata accuratamente dagli astronomi moderni, ed essi divisero le stelle variabili in cinque classi: *Stelle temporarie*, dette anche *Nuove*: sono quelle che appajano d'improvviso e che poi a poco a poco si estinguono p. es. la Pellegrina (1572), quella del 1604, la Nuova della Corona Boreale (1866) ecc. *Stelle a lungo periodo* da 6 mesi a 2 anni; spesso hanno un cangiamento di splendore molto considerevole: in oltre, i loro massimi e minimi presentano talvolta irregolarità sia nella grandezza che nel tempo. Fra queste abbiamo la stella o (omicron) della Balena, detta anche la *Mirabile*, scoperta da Fabricio nel 1596, e riconosciuta come periodicamente variabile da Holwarda nel 1638. Essa nel periodo di 331 giorni e 8 ore diminuisce dalla seconda grandezza fino a sparire ad occhio nudo, rimane invisile per mesi e poi torna a crescere per altri tre mesi. Nel suo massimo splendore è di color giallo; quando è piccola, è rossastra.

Stelle a fluttuazioni, lo splendore delle quali varia generalmente fra limiti ristretti, senza una legge apparente o conosciuta; tali sono ad esempio le stelle α di Orione, α di Cassiopea, ecc.

Stelle a corto periodo della durata di qualche giorno. In alcune di queste vi è un solo massimo e un solo minimo, in altre vi sono due massimi e due minimi per periodo. Esempio β della Lira, δ Cefeo, ecc.

Stelle a eclissi passeggieri, che dopo esser rimaste invariabili nel loro splendore per alquanto tempo, subiscono con molta regolarità un'estinzione momentanea più o meno completa. La più caratteristica fra le stelle di questa classe è Algol o β di Perseo, che si vede sul principio della sera nelle stagioni di autunno, inverno e primavera. Questa stella nel periodo di 2 giorni e 20 ore circa discende dalla 2.ª alla 4.ª grandezza e risale al suo primitivo splendore. Durante 2 giorni e 13 ore risplende come stella di 2.ª grandezza, poi incomincia ad affievolire, e in 2 ore e 30 minuti si trova ridotta al disotto della 4.ª grandezza: rimane così per 5 o 6 minuti, e poi torna al suo primitivo stato in 3 ore e 30 minuti.

Secondo il catalogo più recente di stelle variabili, il minimo di queste stelle appartenenti a ciascuna delle classi precedenti è il seguente: Classe I n.° 23 — Classe II n.° 458 — Classe III n.° 138 — Classe IV n.° 81 — Classe V n.° 39.

Si è cercato di spiegare il fenomeno della variabilità della luce stellare in vari modi, escludendo affatto che le variazioni di luce provengano da variazioni di distanza nell'astro. Alcuni

Digitized by Google

credono che queste stelle, analogamente al nostro Sole, ruotino intorno al proprio asse, e suppongono che alla loro superficie abbiano macchie le quali, quando si presentano a noi, fanno diminuire lo splendore delle stelle. I sostenitori di questa ipotesi portano per argomento che le stelle variabili passano più presto da uno splendore minimo al massimo, che dal massimo al minimo, e di più soggiungono che queste stelle presentano tutte, in quanto alla durata delle variazioni, dei periodi secondari inseriti nel periodo principale, gli stessi rapporti che si verificano appunto nelle macchie solari; trovano insomma una analogia fra le macchie solari e queste pretese macchie delle stelle.

Alcuni ritengono che nelle stelle abbiano luogo degli incendi a tempi irregolari, ossia una sovraeccitazione nella loro fotosfera luminosa. Herschel per altro dice che la mente si perde a concepire un tale fenomeno e ci stupisce la grandezza di un incendio che possa essere veduto a tanti milioni di miglia di distanza.

Altri infine, e questa pare l'ipotesi più plausibile, ammettono che vi siano astri oscuri, i quali ruotando intorno alla stella, la occultino parzialmente durante un certo tempo, producendo una vera eclissi parziale. A convalidare questa ipotesi si è trovato che la β di Perseo ha alcuni satelliti oscuri, che girano intorno ad essa.

Fra le stelle temporarie o nuove, stelle che hanno brillato o brillano per alcun tempo e poi scompajono, noteremo le principali.

La più antica è quella che apparve ai tempi d'Ipparco, cioè 125 anni avanti G. C., e le più importanti e le più curiose sono quelle del 1572 e del 1604. Ecco come il celebre astronomo Tycho-Brahe descrive l'apparizione della stella del 1572. « Una sera, mentre guardavo la volta celeste, il cui aspetto mi è così familiare, vidi con istupore indicibile presso allo zenit nella costellazione di Cassiopea, una stella scintillante di straordinaria grandezza. Preso da meraviglia, non sapevo se dovessi o no credere ai miei occhi. Per convincermi che in ciò non vi aveva punto illusione, e per raccòrre testimonianze di altre persone, feci uscire gli operai occupati nel mio laboratorio, e domandai loro, se vedevano al pari di me la stella apparsa tutta d'un tratto: la stessa domanda io feci a tutti quelli che passavano. Più tardi seppi che in Alemagna, dei vetturali ed altra gente del popolo aveano prevenuto gli astronomi intorno ad una grande apparizione nel cielo; il che ha dato poi occasione ai soliti scherni e motteggi contro gli uomini della scienza ».

Questa stella, che fu detta la *Pellegrina*, splendette con una intensità di luce uguale a quella del pianeta Venere, la si distingueva anche in pieno mezzogiorno, da chi era dotato di buona vista, e sovente di notte era visibile attraverso nubi abbastanza spesse; era completamente immobile e non somigliava punto a una cometa. Dopo sei mesi dalla comparsa, il suo splendore cominciò a scemare, e dopo essere passata pei colori bianco, giallo e rosso, e poi essere tornata bianca, sparì del tutto nel marzo del 1574, avendo così brillato per 17 mesi.

L'astrologia, che in quel tempo dominava le scienze, cercava in quella stella un segno del cielo; si credette che essa annunziasse la fine del mondo; fu trovata nelle vecchie cronache un'apparizione simile (dubbia però) nell'anno 1264 e un'altra nel 945, e le fantasie esaltate immaginarono che fosse una medesima stella, che ritornasse ogni 300 anni, e risalendo la identificarono con quella dei Re Magi, al tempo della nascita di G. C.

La temporaria del 1604 fu quasi egualmente brillante della Pellegrina, e Keplero scrisse su essa un grosso volume. Al principio della sua comparsa nel piè dritto del Serpentario, era tanto lucida quanto Venere, e passò dopo 5 mesi circa alla 3.ª grandezza. Scomparve nel 1606 senza lasciare traccia, essendosi mostrata per 15 mesi.

Oltre a queste apparizioni di primo ordine, ne abbiamo altre minori, così per es. quella del 1848 scoperta dall'astronomo Hind all'Osservatorio di Bishop in Londra, di 5.ª grandezza, di color rossastro, che diminuì ben presto di splendore, ed ora ridotta all'11.ª grandezza continua a diminuire; quella del 1866 di 2.ª grandezza, apparsa nella Corona Boreale, quella dal 1876 di 3.ª grandezza nel Cigno, quella del 1885 di 6.ª grandezza nella nebulosa di Andromeda, quella del 24 febb. 1892 di 4.ª grandezza circa nella costellazione dell'Auriga, quella di Perseo scoperta il 21 febb. 1901 da Anderson di Edimburgo, ed altre di minore importanza precedenti in ordine di tempo, registrate negli Annali Cinesi. In un periodo di 2000 anni abbiamo avuto 25 stelle, le quali si sono fatte vedere per alquanto tempo e poi scomparvero.

Anche per trovare la causa di coteste apparizioni, si disse molto, senza poter concludere nulla di sicuro. Si ammette oggi con qualche fondamento, che l'avvicinarsi o lo scontrarsi di due astri sia la causa prima e plausibile delle stelle nuove. Questo ammesso in generale, suppongono alcuni che dei due corpi cosmici, i quali si scontrano o si avvicinano, l'uno sia una stella l'altro una nebulosa. Secondo altri astronomi invece le stelle nuove deriverebbero ancora da uno scontro, ma dallo scontro di due fiumane cosmiche, di due correnti meteoriche.

Anche il nostro Sole è una stella variabile; il periodo di undici anni delle sue macchie e protuberanze prova, che esso non ha un'attività costante e che perciò deve variare anche l'intensità della sua luce e il potere calorifico. Certamente queste variazioni di luce e calore a brevi periodi sfuggono alla constatazione da parte dei nostri strumenti, perchè sono piccole, ma chi può

Digitized by Google

dire che esse non possano acquistare in lunghi periodi un valore tale da influenzare anche la vita nel nostro globo? Alcuni scienziati ritengono che il periodo glaciale della Terra sia dovuto ad una estinzione parziale del nostro Sole.

11. Stelle doppie e multiple. — Molte stelle che vedute ad occhio nudo, sembrano semplici, osservate coi cannocchiali si trovano essere composte di due, e qualche volta di tre o più stelline vicinissime tra loro, di grandezze apparenti talora eguali, talora diversissime; queste si dissero stelle doppie, triple, o multiple. Basta un modesto cannocchiale di 60 mm. di apertura per poter sdoppiare delle magnifiche stelle doppie colorate, come la β del Cigno, il Cuore di Carlo, la γ di Andromeda, ecc. vedi tav. XXII.

La grande vicinanza di due stelle nel cielo potrebbe essere solo effetto di prospettiva, giacchè può darsi che due stelle situate realmente ad una grande distanza l'una dall'altra appariscano vicine, per essere pressochè sulla stessa visuale. Se è effetto di prospettiva le stelle si dicono *doppie ottiche*, in caso diverso *doppie fisiche*. Nei cataloghi celesti sono registrate più di 13600 coppie fisicamente o otticamente vicine. Fra queste solo 823 possono ritenersi, se non con certezza, almeno con molta probabilità, sistemi binarî o multipli fisicamente connessi; e fra queste 823 coppie o sistemi, non se ne contano più di 34, pei quali si possegga una sicura conoscenza del moto orbitale. Nei sistemi doppi fisici una stella gira intorno all'altra in un'orbita chiusa, che si avvicina assai ad una ellisse, nei sistemi tripli avviene spesso che, mentre due di queste, le più piccole, girano l'una intorno all'altra, esse si trasportano insieme girando lentamente intorno alla maggiore; talora queste coppie celesti sono fisse ed immobili. Le stelle doppie in generale sono di grandezza disparata, e il compagno o satellite è piccolissimo, e dà l'idea di un semplice pianeta luminoso. Si è potuto anche calcolare il tempo della rivoluzione intorno alla stella principale di alcuni di questi satelliti luminosi, e parecchi hanno già compiuto una o più rivoluzioni sotto ai nostri occhi.

Nei sistemi doppi di ζ (zeta) Ercole, η Corona Boreale, ζ Orsa Maggiore, e della 70.ª del Cigno, i tempi della rivoluzione della stella più piccola intorno alla più grande sono rispettivamente di 36, di 44, di 63, di 93 anni.

I colori delle varie stelle, che compongono i diversi sistemi, sono dei più svariati.

Conosciamo 130 stelle doppie, nelle quali i due soli hanno colorazioni differenti, e fra esse 85 in cui il contrasto è rimarchevole, il sole principale essendo ranciato, e il secondario verde o turchino. Ora si può pensare quali meraviglie, quali contrasti di luce, quali effetti sorprendenti vi dovranno essere, dove il colore turchino si combina al verde smeraldo ed al giallo aranciato. Certo che noi, abituati alla luce giallognola del nostro Sole, rimarremmo stupiti vedendo sposarsi i fuochi dello smeraldo con quelli del rubino, quelli del topazio con quelli dello zaffiro, del diamante e della turchesia, e dell'opale coll'ametista. E Il Flammarion entusiasmato in mezzo a questi colori esclama: Quale Ariosto, quale Goethe, quale Dante oserebbe imaginare le scene ultraterrestri, le idee, i sentimenti, le passioni, i piaceri o i dolori, le ricchezze o le miserie, le aspirazioni o i disinganni degli esseri, che devono, là come qua, vivere, pensare, investigare, amare od odiare, bestemmiare o benedire!

Le più belle stelle doppie colorate sono:

β Cigno: giallo d'oro e azzurro di zaffiro.

γ. Andromeda: ranciato e verde, quest'ultima si sdoppia in una verde e una turchina.

γ Delfino: giallo d'oro e verde turchino.

α Ercole: giallo ranciato e bleu di mare.

α Levrieri: oro e violetto.

ε Boote: topazio e smeraldo.

α Scorpione: ranciato e verde chiaro.

Fra i sistemi ternari abbiamo: quello della ζ del Cancro, il quale si compone di tre soli: il secondo gira intorno al primo in un ciclo di 58 anni e il terzo intorno agli altri due in 600 anni. Fra le stelle multiple: la ε dell'Orsa Maggiore, la ζ della stessa costellazione, ossia la seconda del timone, detta anche Mizar dagli Arabi, o pure il cavallo di mezzo del Gran Carro. Questa stella è la prima che sia stata sdoppiata nel 1650, a Bologna da Riccioli. La massa combinata delle due stelle principali, che la costituiscono, sorpasserebbe circa 40 volte quella del nostro Sole. Appartiene alle multiple anche il gruppetto di ϑ Orione, composto di quattro belle stelle disposte a trapezio e di due altre minutissime

10. Gruppi stellari. — Altre meraviglie abbiamo nel cielo oltre alle stelle periodiche, alle temporarie, alle doppie ed alle multiple. Mentre le stelle più brillanti sono distribuite quasi egualmente sulla vôlta celeste, non così avviene delle stelle piccole. Vi sono certe plaghe celesti, nelle quali le stelle sono così costipate, che i nostri antichi credevano quegli spazi essere disseminati, non di stelle, ma di materia cosmica omogenea. Galileo fu il primo che fece la distinzione fra le nebulose e i gruppi stellari, giacchè egli ha potuto mediante il cannocchiale risolvere (separare) in tante stelle queste chiare nubi del cielo. Herschel coi suoi potenti cannocchiali ha potuto risolvere molti ammassi, che prima erano creduti irresolvibili, e si presentarono a lui quale come un fondo tutto sparso di polvere stellare, quale come un globo formato tutto di stelle, impenetrabile al centro, quale come un ammasso fantastico di gemme preziose, i cui colori non si possono imitare.

I principali ammassi stellari, fra i 1034 che esistono, sono i seguenti:

Digitized by Google

La Via Lattea, le Pleiadi nel Toro, il Gruppo d'Ercole, il Presepio nel Cancro, l'Elsa della spada di Orione, la Chioma di Berenice, il gruppo stellare nella Lira, quello nel Delfino, quello nei Levrieri, quello nell'Acquario, quello del Tucano e quello di ω del Centauro, questi ultimi due visibili nell'emisfero australe.

In questi gruppi è ammirabile, non solo il numero delle stelle, il quale varia molto da un gruppo all'altro, essendovene alcuni che ne contano una decina, altri parecchie centinaia, altri più migliaia, ma ancora la varietà dei colori.

La Via Lattea, della quale parleremo estesamente sulla fine del capitolo, fu la prima ad essere riconosciuta tutta composta di stelle.

L'ammasso delle Pleiadi regolava l'anno astronomico e climatologico dei nostri antenati; quando esse sorgevano immediatamente prima del Sole, pronosticavano cattivo tempo. Una vista mediocre vede in questo ammasso una macchia nebulosa, una vista comune distingue in esso da 6 a 7 stelle, col telescopio se ne vedono circa 600. Noi diamo nella tav. XVIII un disegno dell'ammasso globulare o gruppo di Ercole. Questo è formato da moltissime stelle, oltre 5000, tutte minutissime, disposte a modo di globo e condensate talmente verso il centro, da formare una luce bianca.

L'ammasso del Centauro, che si trova pure nella tav. XVIII, è il più ricco e il più grande del cielo; esso è formato da parecchie migliaia di soli, e presenta verso il suo centro una abbagliante condensazione.

In questi gruppi stellari e in tanti altri si sono scoperti corpi incandescenti liquidi o solidi, mentre invece, come vedremo in seguito, nelle nebulose si trovano corpi incandescenti, ma allo stato di gas.

11. **Nebulose.** — Quantunque il potere visivo sia stato grandemente aumentato, specialmente ai giorni nostri, per mezzo di potenti cannocchiali, pure in cielo sono disseminate certe nubi cosmiche, di color pallido bianchiccio, che non si riuscì risolvere in stelle, e che si chiamano *nebulose*. Le nebulose, coacervazioni di mondi, che in apparenza a noi sembrano bianchi nugoli, lievissime striscie, destano l'interesse dell'astronomo. L'idea di Guglielmo Herschel sulle nebulose è: che questi ammassi sieno porzioni della materia cosmica primitiva, che ha servito alla formazione delle stelle esistenti attualmente, e quindi egli soggiunge, che, studiando le nebulose, noi studiamo nel tempo stesso le fasi per le quali sono passati i soli e i pianeti. Questa ipotesi seducente oggi è abbandonata da molti astronomi, perchè troppo inetta a dare ragione di tutti i fatti conosciuti e meno che mai dell'Universo. Di più lo spettro delle nebulose ha mostrato che esse sono in uno stato fisico totalmente diverso da quello delle stelle e del Sole.

Le stelle sono in istato di incandescenza, emettono raggi d'ogni specie, e solo una parte di questi è in esse assorbito dalle loro atmosfere.

Nelle nebulose invece la materia è in uno stato di mera combinazione chimica, così come è nelle nostre fiamme, ed emette per conseguenza raggi di una o pochissime qualità.

Secondo una recente ipotesi meteorica di Lockyer, le nebulose sono sciami di meteoriti; i meteoriti non sono per sè medesimi luminosi, e lo diventano solo in grazia di urti e di collisioni reciproche: i meteoriti vanno per l'Universo a sciami, e la luce, che irradia da essi direttamente o dall'ardere dei gas da essi prodotti, può provenire solo da quelle parti dello sciame meteorico in cui avvengono collisioni: basta ammettere uno sciame in cui i meteoriti si rivolgano in orbite chiuse attorno a un centro di gravità, e tutte le forme, che ora vedremo, di nebulose vengono, secondo Lockyer, ad essere spiegate. Questa ipotesi è avvalorata dal fatto che i vapori di frammenti di meteoriti portati ad alta temperatura danno spettri luminosi identici per quel che riguarda l'idrogeno e il carbonio, agli spettri delle nebulose. Giova però notare che, giusta le osservazioni dello stesso astronomo, egli pensa che tutti i corpi dell'Universo sono o sono stati sciami di meteoriti, e che le differenze presenti fra loro dipendono da differenze di temperatura, o da differenze di distanze reciproche dei meteoriti costituenti, ed allora si ritorna all'ipotesi di Herschel.

Le nebulose fino ad ora irreducibili sono in numero di circa 9400; diciamo fino ad ora, perchè i futuri progressi dell'ottica potrebbero ungiorno risolvere anche queste, a quella guisa che i progressi della chimica potrebbero diminuire il numero dei corpi semplici o meglio indecomposti.

Le nebulose in generale sono distribuite nelle regioni celesti povere di stelle, quasi che esse avessero preso per sè la materia di cui sono fatte le stelle. Guglielmo Herschel aveva già avvertito questo fatto; allorchè al telescopio vedeva diventar rare le stelle, aveva l'abitudine di dire al suo assistente: Preparatevi a scrivere: le nebulose stanno per giungere. La distanza di esse dalla Terra è immensa, basti dire che una nebulosa del diametro dell'orbita della Terra, cioè di 296 milioni di km., sarebbe impercettibile a noi; appena si potrebbe scorgerne una, che avesse il diametro dell'orbita di Giove o di quella di Saturno, e molte nebulose infatti superano parecchie volte in grandezza le dimensioni dell'orbita di quest'ultimo. Le nebulose sono state quasi tutte scoperte e descritte dalla famiglia degli Herschel. Esse possono distinguersi in tre specie: in planetarie, in ellittiche ed in irregolari.

Le prime si presentano come dischi regolari, di una luce quasi uniforme, di colore verde azzurro, sembrano astri già molto inoltrati nella via di diventare pianeti.

Digitized by Google

Alle planetarie, oltre a quella dell'Acquario, di cui diamo il disegno nella tav. XVI e che ricorda la forma di Saturno col suo anello, appartiene anche quella del Sagittario, osservando la quale par di vedere Giove tra le nubi, che diano ad esso un bel colore azzurro di mare.

Le ellittiche si presentano comunemente come masse allungate di forma quasi lenticolare, ora più diffuse, ora più ristrette, ora più splendenti, ora più oscure. Abbiamo un bell'esempio di nebulosa ellittica, come si vede dalla tav. XVI, nella costellazione del Leone; questa nebulosa si presenta con un nucleo centrale in forma d'occhio circondato da inviluppi nebulosi. In Andromeda c'è pure una nebulosa ellittica, essa si trova nella *cintura*, e ad occhio nudo si presenta a *guisa di una candela vista a traverso una lamina sottile di corno.*

Fra le irregolari notiamo:

La nebulosa di Orione, della quale diamo il disegno, visibile in ambedue gli emisferi, posta sotto il *Cinto*. È stata per la prima volta disegnata da Huyghens nel 1659, è la più bella del cielo. La sua parte centrale è formata come *alcuni fiocchi di cotone, accumulati a modo di piramidi luminosissime.*

Quella dell'*omega* del Sagittario, così denominata perchè somiglia nella forma alla lettera greca da cui prese il nome; quella del Gambero nel Toro, mirabile per la forma bizzarra; quella spirale nei Levrieri, la quale mostra un doppio vortice; questa struttura è stata per la prima volta osservata col telescopio di Lord Rosse. Noi ne porgiamo il disegno nella tav. XVI; la fig. 1 la rappresenta secondo le osservazioni del Vogel, e la 2 giusta quelle del Secchi.

Quella dell'Orsa Maggiore rotonda e splendente, che mostra al suo centro due stelle, circondate ciascuna da un cerchio nero. Ne diamo il disegno nella fig. 3 della tavola suddetta.

Vi è poi la nebulosa annulare di Andromeda, che, vista con un forte ingrandimento, si risolve in punti luminosi, e diventa, come scrive il Secchi, una magnifica corona di piccoli brillantini. Ultimamente si è trovato, col mezzo della fotografia, che questa nebulosa si è trasformata a *spirale*, e sembra che sia arrivata già ad uno stato di evoluzione molto avanzato; del resto non è il primo caso in cui una nebulosa cangi di forma e più spesso di splendore. È pure annulare la nebulosa della Lira, una delle più leggiadre, rappresentata da un vastissimo anello, che circonda una cavità bruna o meno lucente, come si vede nella tav. XVI. E per finire accenneremo alla nebulosa irregolare, che si trova nella costellazione di Argo, vasta quanto quella di Orione. Questa nebulosa è assai singolare, perchè nel mezzo ha un'ampia lacuna a modo di lemniscata (1). Herschel l'ha paragonata ad una gradinata incantevole, su cui ascendono processioni infinite di astri.

Non è a meravigliare quindi che, nella contemplazione di questi oggetti strani e superiori alla nostra immaginazione, trasportati sull'ali della fantasia, i primi osservatori telescopici del cielo, che conservavano i ricordi dell'empireo, avessero a descriverle quali aperture attraverso la vôlta celeste, per le quali i nostri sguardi potevano penetrare fino alla luce del paradiso.

12. **Movimenti delle stelle.** — Comunemente parlando si dice che le stelle sono *fisse*, ma ciò non è vero, perchè nello spazio tutto si muove. Si dà loro l'epiteto di fisse, solo per distinguerle dai pianeti e dalla Luna, le cui posizioni apparenti sulla superficie della sfera celeste, sono soggette a continua variazione, o ad una variazione visibile ad occhio nudo, e della quale facilmente ci accorgiamo. Osservando esattamente la posizione di una stella nel cielo, mediante buoni strumenti astronomici, si trova che cambia. I moti propri delle stesse possono derivare da spostamenti reali di questi astri nello spazio, ovvero non essere altro che apparenze dovute al movimento del Sole insieme ai pianeti e ai satelliti. Ora lo studio ha fatto conoscere che i moti propri delle stelle provengono insieme dalle due cause. Halley fu quello che ha trovato che le stelle si spostano, Herschel riconobbe che il Sole si muove verso un punto situato nella costellazione di Ercole.

Il problema di determinare i movimenti propri delle stelle è difficile, quando si pensi che, nella maggior parte dei casi, questo movimento non arriva ad un secondo all'anno, che in qualche rara stella giunge a sei, e in una sola a otto secondi. Tuttavia se così piccoli sono gli spostamenti ai nostri occhi, essi sono enormi considerando la distanza alla quale le stelle si trovano rispetto a noi. Basti dire che ogni stella, essendo trasportata nello spazio con tale velocità, che una palla da cannone in movimento, a suo confronto, rappresenta lo stato di quiete, per spostarsi in cielo di uno spazio eguale a quello occupato dal disco del Sole o della Luna, impiegherebbe circa 1860 anni. Di circa 1400 stelle abbiamo approssimate nozioni di moto proprio, di un numero ben maggiore abbiamo indizi.

I movimenti più rapidi non appartengono alle stelle più brillanti; sopra 20 stelle di prima grandezza non ve ne sono che quattro dotate di un moto proprio rapido: α Centauro, Arturo, Sirio e Procione. La stella di maggior moto proprio accertato è un modesto astro di 8.ª grandezza nella costellazione del Pittore: questo moto è tale che, rimanendo costante, la stellina impiegherà più di venti secoli per spostarsi in cielo della distanza che corre fra α e β dell'Orsa Maggiore.

Oltre ai movimenti laterali, che si possono ve-

(1) È una curva geometrica che ha la figura di un 8.

Digitized by Google

dere nel cielo, gli astri hanno anche movimenti nel senso del raggio visuale, e questi movimenti possono essere o di avvicinamento a noi, o di allontanamento. Lo spettroscopio ci fa conoscere questi movimenti misurando i piccoli spostamenti, che in conseguenza delle velocità radiali (lungo il raggio visuale) soffrono le linee dello spettro luminoso prodotto dagli astri. Ciò dipende dal fatto, conosciuto sotto il nome di *principio di Doppler*, secondo il quale, movendosi un punto luminoso con una certa velocità, le onde sferiche della sua luce vanno cambiando di centro e diventano eccentriche le une rispetto alle altre; dal che nasce che gli intervalli fra due onde sferiche consecutive (lunghezze d'onda) non sono più gli stessi in tutte le direzioni, ma riescono diminuiti nella direzione verso cui si fa il movimento, ed accresciuti nella direzione opposta, producendo così una piccola diversità di refrazioni e corrispondenti spostamenti nelle linee dello spettro. Tali spostamenti sono sempre minimi, anche quando si tratta di velocità cosmiche, ma pure sono ancora misurabili in molti casi. Basandosi a questo principio, si è trovato che alcune stelle, le quali sembrano immobili, si muovono invece nella direzione del raggio visuale con rapidità prodigiose di 30, 40, 50 mila metri al minuto secondo. Così siamo giunti a scoprire che mentre Sirio si sposta in 1338 anni di un valore angolare eguale al diametro apparente della Luna, percorrendo 640 milioni di km. all'anno, si allontana anche dalla Terra di 27 km. per secondo. Betelgeuse (l'alfa d'Orione) si allontana di 20 km.; Rigel (β d'Orione) di 15, Regolo di 28, Castore di 15, alcune stelle dell'Orsa Maggiore si scostano pure; si accostano invece α del Cigno di 39 km., Vega di 46, Arturo di 55, ed altre molte che per brevità omettiamo.

Il risultato più singolare e più meraviglioso del movimento angolare delle stelle certamente deve essere quello di modificare la forma delle costellazioni e quindi l'aspetto del cielo. Ma i periodi di tempo, che si contano sulla Terra, sono un nulla in confronto dell'eternità, e migliaia e migliaia di anni non ci hanno fatto conoscere ancora alcun mutamento apprezzabile nelle figure delle costellazioni delineateci dai nostri antichi padri. Di qua a 50 mila anni probabilmente l'Orsa Maggiore non avrà più la forma di un carro, ma somiglierà ad una linea spezzata, e così le altre costellazioni muteranno forma collo scorrere dei secoli.

13. **Distanza delle stelle.** — La grandezza del creato, scrive il Secchi, è una di quelle idee che spaventano la piccola mente umana. Quando si annunziò la prima volta, che, rotte allo spazio etereo le barriere di una stera materiale, le stelle erano tanti Soli, la mente restò sbalordita dalla vastità dell'Universo, che le si veniva logicamente presentando, e dalla coppia sterminata de' corpi che lo costituivano. Essa cercò quasi di sfuggire a queste conseguenze col trincerarsi dietro male interpretate sacre parole. Non ci meravigliamo del passato, perchè anche oggidì si rinnova, per la estensione nel tempo, ciò che allora si fece per la vastità dello spazio, e si stenta a credere alle miriadi di secoli che deve avere attraversato il nostro globo per compiere le formazioni geologiche che tocchiamo con mano. Ma una cosa aiuterà a comprendere l'altra, e saremo convinti che l'opera del Creatore è solo a Lui commensurabile, se non nella infinità e nella eternità assoluta, almeno in tanta immensità di spazio e di durata, che noi saremo sempre incapaci di comprenderla interamente.

Galileo diceva che le stelle erano a tale distanza, che tutto il grande orbe svaniva appetto alla loro lontananza; tre mila settecento sistemi come il nostro (limitato da Saturno), starebbero nello spazio, che ci isola dalla stella più vicina. È dire che fino a questa distanza c'è un immenso deserto, il quale ci attornia colla più profonda oscura e silenziosa solitudine. Se avvenisse un'esplosione nella stella più vicina a noi, passerebbero sulla Terra da oggi 60 mila generazioni, prima che arrivasse all'orecchio dell'uomo il rumore di quella catastrofe, dato che potesse arrivare.

Bessel fu il primo, che si è cimentato nel 1840 a misurare la distanza delle stelle: egli ha potuto determinare che la 61.ª del Cigno dista 400 mila volte più del Sole. Presentemente conosciamo con qualche attendibile grado di probabilità senza escludere qualche errore, le distanze di una cinquantina di stelle, ma nessuna di queste è inferiore a 206265 volte il raggio dell'orbita terrestre. Siccome esprimendo la distanza delle stelle in km. si avrebbero numeri grandissimi, così per semplificare si ricorre ad un'altra misura. Gli inglesi esprimono brevemente la distanza di una stella dicendo che è eguale a tanti anni-luce, il che in italiano corrisponde alla frase, *la luce impiega* tanti *anni per arrivare dalle stelle sino a noi*. Ora se si volesse la distanza in chilometri, basterebbe trovare quanti secondi corrispondono agli anni-luce, e moltiplicare questi secondi per 300 mila, numero che rappresenta il cammino della luce in un minuto secondo.

La stella più vicina alla terra è l'α del Centauro, appartenente all'emisfero australe, a noi invisibile, e dopo Sirio la stella più brillante di tutto il cielo, si trova 258000 volte più distante da noi che il Sole, la luce ci arriva in 4 anni e mezzo circa, il suono impiegherebbe più di 3 milioni di anni. Oltre alle due menzionate daremo il nome di alcune altre stelle colle rispettive distanze espresse per mezzo del tempo che impiega la luce per venire a noi: Sirio circa 10 anni, Procione 12 anni, Aldebarano circa 14 anni, Vega circa 22 anni, la Capra circa 30 anni, Arturo 35, la Polare 37.

Digitized by Google

La luce delle stelle di 9.ª grandezza arriva a noi in 1024 anni, e quella delle stelle di 16ª in 24.192 anni, e ciò nella supposizione che le stelle più grosse sieno le più vicine, come sembra probabile, quantunque le distanze fino ad ora determinate mostrino che le stelle più vicine appartengono a tutti gli ordini di grandezza.

Rispetto a questi numeri che rappresentano così enormi distanze, che cosa sono i confini nazionali terrestri, i quali ci costano tanto e ci fanno tanto impicciolire davanti a quelle immense vastità dei cieli, alla considerazione delle quali lo spirito si innalza e rifugge da tutto ciò che è piccolo e gretto? Impiegando tanto tempo la luce per venire a noi, è naturale che vediamo il passato di un astro e non il presente: le stelle potrebbero annientarsi tutte, e noi seguiteremo a vederle quasi tutte ancora per varie generazioni. Vi sono astri che non esistono più da 10.000 anni e noi li continuiamo a vedere. Potessero le opere dei nostri grandi ripercuotersi sui tardi nepoti e continuare a risplendere come la luce stellare per parecchie generazioni.

14. **Età delle stelle.** — Forse a qualcuno sembrerà strano aver letto nel sommario di questo capitolo un paragrafo intestato « Età delle stelle ». Non c'è niente a ridere, anche delle stelle si è trovata l'età. Naturalmente bisogna prima di tutto farsi un'idea chiara di ciò che s'intende per età. Qualunque cosa che esiste ha avuto un principio, uno sviluppo, avrà una fine, è soggetta quindi a un ciclo di fenomeni, che sono governati dal tempo. Gli astri stessi sono soggetti ad evoluzioni, essi si accendono ossia hanno principio, arrivano a un punto di massima confragrazione, e poi si estinguono, ossia cessano di vivere. Le stelle pertanto provano le stesse vicissitudini, effetti del tempo, che provano gli esseri organizzati, che si trovano sulla nostra Terra.

La dottrina dell'evoluzione degli astri non è ancora completa, perchè da poco tempo gli astronomi si sono dedicati a questo studio tanto delicato; ma ciò nullameno meritano di essere ricordati i principi generali ai quali si è pervenuti.

Mediante l'analisi spettrale si poterono classificare con grande probabilità gli astri secondo la loro età relativa, vale a dire secondo lo stadio al quale sono giunti nella esistenza che sono chiamati a vivere.

Dopochè Galileo ha scoperto che i pianeti del nostro sistema sono analoghi alla Terra, è naturale ammettere che essi abbiano avuto la stessa origine della Terra e siano passati o passino per quelle stesse fasi di esistenza per le quali è passata la Terra.

Un altro genio, grande quanto Galileo, Cartesio, andò più innanzi e disse essere la Terra, un Sole incrostato. Questa idea racchiude l'origine, il passato, l'avvenire della Terra, e la fa analoga al Sole. Soltanto la sua massa assai più piccola di quella del Sole, è stata la causa del suo raffreddamento più rapido e della formazione della crosta solida. Con Cartesio quindi i pianeti un tempo erano altrettanti Soli, e questo ce l'ha già fatto conoscere l'ipotesi di Laplace la quale, ammette una comune origine a tutto il sistema solare. Circa nella metà del secolo XVIII Guglielmo Herschel scoprì che le nebulose presentano spesso dei punti brillanti, degli astri in via di formazione, e la fotografia celeste ultimamente ci ha fatto assistere alla formazione di questi nuovi Soli. Le stelle non sarebbero adunque che materia nebulare che si sarebbe condensata e avrebbe dato origine ai Soli e ai corpi che li circondano.

Herschel non ha studiato le trasformazioni di un solo astro, chè altrimenti sarebbero state necessarie più vite di un uomo per essere spettatori delle evoluzioni di una stella, ma invece ha studiato una serie di astri, nei quali la trasformazione esiste a gradi differenti.

L'astronomo Janssen nota: che Herschel nelle sue deduzioni ha imitato il naturalista, il quale percorrendo una foresta, osserva gli alberi di una stessa famiglia a età differenti, e ricava dalle sue osservazioni il ciclo che percorre la pianta alle diverse epoche nella sua esistenza.

I mondi sono in continua formazione e noi possiamo assistere ad essa coi nostri strumenti. Il modo di formazione del nostro sistema solare si può estendere in generale a tutti i soli dell'Universo. L'ipotesi di Laplace viene così generalizzata.

L'analisi spettrale ci fa conoscere la natura chimica delle stelle. Gli studi fatti su esse ci hanno rivelato che sono di natura analoga al nostro Sole. La spettroscopia applicata alle stelle ha affermata l'unità materiale dell'Universo.

La Terra era un globo di fuoco, che in causa di raffreddamento si è coperto di una crosta nella quale si sono formati gli oceani e l'atmosfera, ossia si è trasformata in un pianeta. Il Sole ha gli stessi elementi che si trovano nella Terra, al presente è un globo di fuoco, non differenzia dalla Terra che per avere una massa enormemente più grande. Esso si raffredderà al pari della Terra e subirà un'analoga evoluzione. Le stelle essendo tanti Soli analoghi al nostro perchè esse non dovranno esser soggette alle stesse evoluzioni del nostro Sole e della nostra Terra?

L'età delle stelle, ossia lo stadio di evoluzione nel quale si trovano, ci è fornita dalla natura dello spettro, che ci offrono.

Quando un Sole è formato ed è costituito di eguali sostanze di un altro, più elevata è la temperatura, e maggiormente risplenderà, e il suo splendore avrà maggiore durata di un Sole di temperatura più bassa.

L'età delle stelle ci è data in generale dalla temperatura delle sostanze delle quali sono for-

Digitized by Google

mate. Questa temperatura si ricava dai caratteri dello spettro. I raggi dello spettro ci fanno conoscere se un corpo è semplicemente riscaldato senza essere portato all'incandescenza, ci fanno conoscere quando è giunto all'incandescenza ed infine quando la temperatura è al più alto grado.

Un corpo freddo non manda raggi luminosi, quindi non è visibile; di mano in mano si riscalda, si fanno vedere i raggi luminosi e fotografici; arrivato ad una data temperatura elevatissima, il corpo non manda più raggi visibili.

Si è trovato che la temperatura di un astro è tanto più elevata, quanto più ricco è il suo spettro nei raggi violetti.

Le stelle di luce bianca o azzurrognola sono più calde. A queste appartiene, come abbiamo visto, Sirio, la stella più brillante del cielo; essa è un Sole incomparabilmente più grande del nostro e in tutta la potenza della sua attività, e che conserverà questa attività durante immensi periodi di tempo.

Dopo Sirio abbiamo Vega, stella di luce bianca, che si osserva alle nostri latitudini nelle sere di estate, nelle regioni zenitali del cielo. La temperatura di questa stella è elevatissima, essa è nella sua piena attività, la quale durerà per molto tempo. Esistono ancora altre stelle che appartengono a questa classe; in generale le stelle visibili ad occhio nudo sono le più calde.

Il nostro Sole sembra abbia passato, come si direbbe, la sua giovinezza, ossia l'apice della sua carriera. Il suo colore è giallo, e si ritiene che le stelle di questo colore e di colore aranciato abbiano passato il punto della loro più grande attività. Aldebarano ed Arturo appartengono alla generazione del nostro Sole.

Vi sono astri giunti a un grado più pronunziato ancora di loro evoluzione siderale. In questi lo spettro mostrerebbe i segni di un raffreddamento fatale, il colore di essi è rancio carico, e spesso passa al rosso oscuro.

Tali sono i primi risultati di uno studio che è appena nato. Quando le basi dell'evoluzione siderale saranno definitivamente fondate, la scienza avrà compiuto una delle sue conquiste più stupefacenti. Giacchè con questa, come scrive il Janssen, l'uomo potrà salire attraverso le età cosmogoniche, leggere negli astri il loro passato e il loro avvenire, come egli ha già saputo misurare le loro distanze, pesare ed analizzare la loro materia. Allora la conoscenza dell'infinito nel tempo sarà unita a quella dell'infinito nello spazio.

15. **Fotografia del cielo.** — Un altro progresso dei giorni nostri è quello della fotografia applicata all'astronomia: la scoperta del Daguerre ne fu il movente. Sino dal 1840 l'americano Draper ottenne la fotografia della Luna, e si fecero di essa immagini doppie in modo da averne vedute stereoscopiche, le quali mettevano perfettamente in rilievo tutti gli accidenti della superficie del nostro satellite. Il Majocchi a Milano fece la prima fotografia del Sole nell'eclisse dell'8 luglio del 1842; ma egli non lo fotografò che parzialmente eclissato. Altri astronomi in seguito svilupparono fotografie, le quali ci rivelarono i secreti di quest'astro ed ora abbiamo Osservatorî in cui è organizzato un servizio speciale per la fotografia giornaliera del Sole. Il Janssen ci diede spendide fotografie delle dimensioni di circa 50 cm. di diametro. Queste fotografie, che figuravano in numero di dodici alla Mostra di Parigi del 1889, si ebbero mediante la esposizione di una lastra fotografica per una durata compresa fra un duecentesimo e un millesimo di secondo, durata variabile a seconda della limpidezza dell'aria e dell'altezza del Sole sull'orizzonte.

Le prime fotografie delle stelle furono fatte soltanto nel 1857 da astronomi americani, nel 1871 si ottenne per la prima volta la fotografia dello spettro di una stella, e nel 1885 due francesi, i fratelli Henry, i quali oltre ad essere stati astronomi erano anche meccanici, costruirono uno strumento, detto equatoriale fotografico, il quale in unione ad altri costruiti su quel modello deve servire alla formazione di una carta celeste.

I cataloghi delle stelle sono attualmente la base di tutta l'astronomia e il punto di partenza di tutte le ricerche, che concernono i movimenti degli astri. Questi cataloghi, per la formazione dei quali non basta l'intera vita di un uomo, costretto ad un lavoro penoso e monotono, sono limitati a un dato numero di stelle, a qualche migliaio e nulla più. La carta fotografica del cielo, già in costruzione, sarà formata di circa 2000 fogli, che porteranno le immagini di presso a poco 20 milioni di stelle su una superficie di 170 metri quadrati. Questo lavoro sarà il più grande del secolo passato e del nostro, e legherà ai secoli futuri lo stato del cielo ai nostri giorni con una autenticità ed esattezza assolute.

Questa carta servirà non solo alla enumerazione e alla classificazione di tutte le stelle visibili nei grandi strumenti, ma darà ad una data epoca tutte le posizioni di esse; sicchè, col confronto di altre carte costruite ad un intervallo abbastanza lungo, si avranno anche i loro più piccoli movimenti assoluti e relativi, quindi si potrà studiare la ripartizione delle stelle e la costituzione dell'Universo.

Servirà poi alla scoperta degli asteroidi, a quella di nuove nebulose, allo studio del movimento dei satelliti, a quello delle stelle doppie e multiple e della variabilità del loro colore. Si potranno scoprire nello spazio corpi i quali non emettono raggi luminosi, e che sarebbero rimasti ignoti all'occhio umano, munito di qualunque telescopio. Ciò che l'occhio non potrà mai vedere, perchè la sensibilità della retina non è accresciuta col tempo, l'occhio fotografico finirà

Digitized by Google

per scoprire. La pellicola sensibile fotografica è la vera retina dello scienziato. Essa trasforma interamente il metodo di studio tenuto fino ad ora, e l'astronomo non avrà più bisogno di disporre di grandi e costosi strumenti, nè faticare a passar la notte per manovrarli ed aspettare circostanze favorevoli all'osservazione.

In un tempo non molto lungo si formerà una nuova schiera di astronomi, i quali senza osservatorio e senza strumenti, potranno, confrontando le carte celesti ottenute a differenti epoche ricavarne nuove leggi e fare nuove scoperte astronomiche.

Venti sono gli Osservatorî, distribuiti su tutta la superficie della Terra, destinati alla esecuzione della carta, fra i quali ci piace ricordare i due Osservatorî italiani; quello di Catania, diretto dal prof. Riccò e quello del Vaticano diretto dal P. Hagen.

Ogni Osservatorio dovrà fare da 600 a 700 *clichés* circa in serie tripla, e per questo lavoro s'impiegheranno parecchi anni.

16. **Struttura e grandezza dell'Universo.** — Il problema della struttura e grandezza dell'Universo è uno dei più ardui, e mentre le conclusioni alle quali siamo arrivati nei paragrafi precedenti hanno tutte per base fondamentale le osservazioni, qua le nostre speculazioni non arrivano ad abbracciare l'ordinamento generale con quel grado di sicurezza, che è necessario a fatti positivi. Bisogna spesso ricorrere alle ipotesi, le quali se per il momento servono a dare spiegazione dei fatti, può venire un giorno in cui le nuove scoperte abbiano a modificarle e forse a rigettarle del tutto. È opportuno quindi andar cauti a non concludere troppo, e d'altra parte non possiamo fare a meno di ricavare qualche legge generale dai fatti, che la scienza ci porge riguardo alla distribuzione delle stelle.

La prima domanda, che ci facciamo, è questa; come sono distribuite nel cielo le stelle? Ad un osservatore superficiale parrebbe che le stelle fossero distribuite in modo affatto capriccioso, senza alcun ordine, mentre invece un ordine vi deve essere. Le stelle più lucide, cioè quelle dalla prima alla quarta grandezza, occupano in gran parte una vasta zona che comprende le costellazioni del Toro, d'Orione, della Croce del Sud, del Centauro, dello Scorpione, del Serpentario, della Lira, di Cassiopea e di Perseo. Una altra zona pure ben distinta è occupata da quelle poche stelle lucide che si scostano dalla zona sopradetta.

Le stelle piccole sono invece distribuite in una zona ben marcata, che tutti possono osservare e che si chiama la Via Lattea.

La Via Lattea, detta anche *Galassia*, fu sempre la meraviglia di tutti i popoli, i quali si sbizzarrirono nel darle nomi diversi e nell'attribuirle strani significati. Gli Arabi la chiamarono il *fiume celeste*, i Gentili la considerarono la traccia lasciata in cielo da una stilla di latte fuggita al seno di Giunone, le leggende popolari la considerarono il *cammino delle anime*, o il *cammino di S. Giacomo*, e quando si credeva alla solidità dei cieli, si vedeva in quel chiarore la saldatura dei due emisferi celesti. In tempi più recenti alcuni la considerarono un anello, altri un disco spaccato in due, altri la paragonarono ad una specie di serpe, che si avvolge in sè stesso senza però chiudere il circolo. E il Secchi, più assennatamente scrive: tutto quello che si può dire è, che essa è composta principalmente di sterminati ammassi, i quali sono collegati da regioni, ove le stelle sono di fuse con minore densità e con più uniformità. Questi ammassi sembrano piuttosto innumerevoli gruppi dispersi, che un sistema unico, e stante la loro complicazione, nulla ci trasparisce sulla struttura di questa immensa mole.

La Via Lattea in forma di cerchio, che sembra appoggiarsi a due opposti punti dell'orizzonte, e che si eleva più o meno su esso, a seconda dell'ora della notte e della posizione dell'osservatore, fa il giro del cielo. Essa non ha la stessa larghezza dappertutto, e a un certo punto si suddivide in due rami, che poi si tornano a riunire. Nell'emisfero australe, vicino alla Croce del Sud, presenta un fenomeno singolare, cioè quello di una lacuna ovale, detta dai marinai *Sacco di carbone*. Una simile lacuna si trova anche nella costellazione del Compasso (tav. XVIII). La causa di queste macchie, che appaiono di un nero cupo, secondo alcuni sembra sia la mancanza di stelle in queste plaghe di cielo, e per di più il contrasto della splendente Via Lattea all'ingiro, e secondo altri la presenza di masse oscure e assorbenti la luce.

Le fotografie della Via Lattea, ottenute all'Osservatorio di Lick in California, sono meravigliose. Esse mostrano differenze di struttura notevoli di una stessa regione, a seconda della durata di esposizione della lastra sensibile. Di due fotografie, ad esempio, di una regione della Via Lattea nella costellazione dello Scudo di Sobieski, ottenute l'una con una esposizione di 2 ore e 45 minuti, l'altra con una di 4 ore e 30 minuti, la seconda presenta dettagli che mancano assolutamente nella prima e che considerevolmente, alterano la configurazione dell'insieme.

Forse a produrre la seconda fotografia concorrono stelle che nella prima, o per la maggiore distanza loro o per il loro minor splendore, non influiscono. Forse la struttura apparente delle diverse parti della Via Lattea varia colle profondità diverse alle quali le visuali nostre si spingono nello spazio, collo splendore delle ultime stelle alle quali l'occhio o la fotografia arrivano.

Keplero fu il primo a considerare la Via Lattea come un complesso annulare di stelle, ed a

Digitized by Google

riguardare il nostro Sole come collocato dentro questo anello, ma eccentricamente da un lato, e fuori del suo piano medesimo. Guglielmo Herschel ha contato 332.000 stelle in una larghezza di 5 gradi, presa nella costellazione del Cigno. Se si potesse veder passare tutta la Via Lattea entro un telescopio, si conterebbero milioni di stelle.

Si ritiene che la profondità di questo anello stellare sia in qualche punto eguale alla sua larghezza, in altri siti però la profondità non ha limiti. Nel piano della Via Lattea le stelle sono 30 volte più numerose, che al polo della stessa, e ciò non solo apparentemente, ma anche realmente; di mano in mano che ci avviciniamo alla Via Lattea, le stelle diventano sempre più numerose.

Come pezzi staccati della Via Lattea pare si debbano considerare due vaste masse lucide, che si osservano nell'emisfero australe, chiamate *Nubi di Magellano*. La costituzione di queste due nubi è tutta di stelle per lo più avvolte di nebbia, una (tav. XVIII) di esse si trova fra le costellazioni di Tucano e di Idro, e l'altra, che è la maggiore, si trova nella costellazione della Mensa. Nel plenilunio la minore scompare affatto. L'estensione di queste Nubi sfida ogni nostro concetto.

Concludiamo: il firmamento è per noi impossibile a scandagliare; le stelle però non sono in numero infinito, possiamo rappresentarci l'Universo visibile come costituito da più di cento milioni di Soli, alcuni forniti di uno o più satelliti luminosi, altri di satelliti oscuri, disposti in una immensa agglomerazione di forma lenticolare il cui diametro sembra essere otto o dieci volte maggiore della grossezza.

Innanzi a fatti così sbalorditivi l'illustre Guglielmo Herschel non poteva difendersi, come diceva egli, da un singolare riconcentramento. E come Herschel così tutti dobbiamo riconoscere la nostra nullità materiale nell'Universo. Ma se l'uomo è un nulla nel mondo materiale, egli è ben grande nel mondo degli spiriti; le scoperte del genio stanno là a testificarlo.

Digitized by Google

VII - STRUMENTI E OSSERVATORII ASTRONOMICI

1. Introduzione. — 2. Refrattori. — 3. Telescopi. — 4. Strumenti misuratori di angoli. — 5. Strumenti misuratori del tempo. — 6. Spettroscopio. — Spettrografo. — Spettro-eliografo. — 7. Equatoriale. — 8. Strumento dei passaggi. — 9. Cerchio murale. — 10. Equatoriale fotografico. — 11. Osservatori d'Italia. — 12. Milano. — 13. Torino. — 14. Padova. — 15. Roma (Collegio Romano). — 16. Roma (Campidoglio). — 17. Firenze. — 18. Bologna. — 19. Napoli. — 20. Palermo. — 21. Catania; Etna. — 22. Vaticano. — 23. Osservatori stranieri. — Greenwich. — Parigi. — Nizza. — Pulkova. — Potsdam. — Vienna. — Lick. — Yerkes. — — Monte Wilson. — Osservatori meteorologici. — Cimone. — Monte Bianco.

1. Introduzione. — Gli strumenti necessari alle osservazioni astronomiche si possono distinguere in tre categorie:

1.ª quelli che servono ad aumentare la potenza della vista, in modo da vedere un numero maggiore e come se fossero gli astri più vicini, e quindi studiare le loro forme, le apparenze, i fenomeni che avvengono alla loro superficie; questi strumenti sono i *cannocchiali* o *refrattori* e i *telescopi* o *riflettori;*

2.ª quelli che servono a misurare gli angoli, la cui cognizione è necessaria per fissare la posizione degli astri in cielo e quindi risolvere i problemi astronomici. A questi appartengono il *sestante*, i *cerchi ripetitori*, l'*altazimut*, il *teodolite*, ecc.

3.ª quelli che servono a determinare il tempo, che gli astri impiegano o a compiere un giro completo della sfera celeste o a muoversi realmente o apparentemente di un certo angolo sulla vôlta del cielo, e questi sono gli *orologi* e i *cronometri*.

Vi è poi una categoria di strumenti speciali, la quale serve a determinate osservazioni, quali sono le astro-fisiche, quelle per le orbite delle comete, per i passaggi degli astri al meridiano, per la fotografia del cielo, e questi sono gli *spettroscopi*, gli *equatoriali*, gli *strumenti dei passaggi*, i *cerchi murali*, gli *equatoriali fotografici*, ecc.

2. Refrattori. — Un cannocchiale astronomico, detto anche refrattore, nella sua più grande semplicità si riduce alla combinazione di due lenti, la quale combinazione ha per iscopo di avvicinare l'oggetto che si osserva. Le due lenti si chiamano una *obbiettivo*, quella dalla parte dell'oggetto, l'altra *oculare*, quella vicina all'occhio. Generalmente l'obbiettivo è avvitato ad un'estremità di un lungo tubo di ottone, mentre all'estremità opposta entra un tubo più corto, che porta l'oculare, e che può a dolce sfregamento introdursi più o meno nel tubo principale. L'immagine dell'oggetto si forma capovolta nel piano focale dell'obbiettivo, e questa immagine osservata coll'oculare dà luogo ad una immagine virtuale ingrandita. La distanza della prima imagine dall'obbiettivo si chiama *distanza focale*, e questa è presso a poco eguale alla lunghezza del cannocchiale.

Il cannocchiale astronomico, come abbiamo detto, rovescia le immagini, ma ciò non è di alcuna conseguenza nelle osservazioni dei corpi celesti.

Non si può stabilire con sicurezza chi costruì il primo cannocchiale. Certo che i cannocchiali non erano conosciuti nè dai Greci nè dai Romani, le nozioni degli antichi sulla refrazione della luce erano affatto insufficienti per la teoria e per la costruzione ragionata di tali strumenti.

Giambattista Porta napoletano nel 1558 conosceva il cannocchiale, ma non seppe comprendere tutta l'importanza della sua scoperta. Nel 1608 in una bottega di un occhialajo olandese, certo Lippersheim, a Middelbourg, alcuni fanciulli giuocando combinarono insieme dei vetri lenticolari, in modo da formare uno strumento col quale si vedevano gli oggetti ingranditi. Nel settembre dello stesso anno il Lippersheim presentò al principe Maurizio di Nassau un cannocchiale con cui si poteva distintamente vedere a tre o quattro leghe di distanza.

Galileo non attribuisce a sè esclusivamente l'idea del cannocchiale, ma egli esclude in via assoluta di avere avuto sotto gli occhi un modello qualsiasi del cannocchiale per costruire il suo. Ciò che è indubitabile si è che l'idea di valersi del cannocchiale nelle osservazioni astronomiche è tutta galileiana. Difatti egli nel 1610 mostrò dal Campanile di S. Marco e dalle logge del palazzo ducale di Venezia ai veneti patrizi le montagne della Luna, le fasi di Venere e scoprì quattro

Digitized by Google

satelliti di Giove, ai quali mise il nome di *stelle Medicee* in onore del Granduca Cosimo dei Medici.

Il cannocchiale usato primo da Galileo non è propriamente il cannocchiale astronomico, ma quello da teatro. Siamo debitori a Keplero del progetto dei cannocchiali astronomici e dei cannocchiali terrestri (questi danno l'immagine diritta dell'oggetto); ma non essendo egli meccanico, non ridusse alla prova il suo progetto ed il P. Scheiner verso il 1630 sembra aver costruito ito primi cannocchiali astronomici, mentre al P. Antonnaria Rheita siamo debitori della prima costruzione dei cannocchiali terrestri, dietro una disposizione più opportuna di quella progettata dallo stesso Keplero.

Nei cannocchiali moderni si adoperano obbiettivi *acromatici*, cioè tali che deviano i raggi di luce senza decomporli. L'acromatismo delle lenti è stato scoperto da Dollond, fisico inglese, nel 1758 e si ottiene accoppiando due lenti fatte di specie diversa di vetro: l'una è di vetro verde, detta dagli inglesi *crown-glass*, la seconda di vetro bianco, chiamato *flint-glass*.

È bene notare che, quando si parla d'ingrandimento o di amplificazione, non devesi intendere che il cannochiale astronomico ingrandisca l'oggetto, giacchè in realtà le immagini che esso dà degli astri sono sempre estremamente piccole riguardo a quest'ultimi, ma esso avvicina facendo vedere gli astri sotto un diametro apparente maggiore. È la stessa cosa come l'osservatore si trasportasse vicino all'astro. Per ingrandimento s'intende quindi il rapporto del diametro apparente, sotto il quale si vede l'astro nel cannocchiale, a quello sotto il quale lo si vede ad occhio nudo.

Il maggior ingrandimento dei cannocchiali usato da Galileo era di 32 volte. Qualche tempo dopo Huyghens e Cassini spinsero questo ingrandimento sino a cento volte. Verso il 1664 Auzout costrusse un obbiettivo, mediante il quale si poteva ottenere un ingrandimento di 600 volte. La lunghezza di questo cannocchiale era di 98 metri, e siccome un tubo così lungo era di difficile collocamento ed uso così Auzout soppresse il tubo, in modo che l'obbiettivo e l'oculare non erano fra loro collegati; l'obbiettivo era sulla parte superiore di un'immensa Torre di legno, che si trovava nel giardino dell'Osservatorio di Parigi, e l'oculare era tenuto in mano dall'osservatore.

Huyghens costrusse cannocchiali della lunghezza di 42 e 68 metri anche questi senza tubo, e così pure Domenico Cassini fece le sue grandi scoperte con giganteschi cannocchiali, le cui lenti erano costruite dagli italiani Borelli e Campani.

Hooke propose di costruire un cannocchiale lungo 3 km., affine, diceva egli, di vedere gli animali nella Luna, ma Auzout ne combattè l'idea. Il cappuccino Rheita prima di Hooke parlò della possibilità di costruire un cannocchiale dell'ingrandimento di 4000 volte, mediante il quale si potessero rilevare carte esatte della Luna.

I cannocchiali moderni, pur ingrandendod i più, sono di dimensioni più modeste di quelle degli antichi, e quindi si possono maneggiare più facilmente. La lunghezza degli ultimi cannocchiali moderni è di 19 metri, e l'ingrandimento che danno di 5000 volte circa.

In questi cannocchiali sono famosi gli obbiettivi di Lerebours, di Clark, di Fraunhofer, di Merz, di Mahler, dei fratelli Henry, ed ora possiamo dire anche del Salmoiraghi di Milano. Le montature dei cannocchiali astronomici sono differenti secondo l'uso a cui devono servire.

3. **Telescopi.** — Il telescopio o riflettore, come il refrattore, oltre che aumentare enormemente la potenza di penetrazione dell'occhio umano, porta il vantaggio inestimabile di mostrare gli oggetti, per quanto remoti, purchè abbiano una grandezza angolare sufficiente, sempre con tutta la desiderabile distinzione e considerevolmente ingranditi. I telescopi differiscono in questo dai refrattori, che i raggi di luce, invece di attraversare la lente dell'obbiettivo, vengono riflessi su specchi sferici concavi, e si hanno identicamente le imagini degli oggetti, le quali vengono osservate coll'oculare. Quindi il telescopio è un cannocchiale, in cui all'obbiettivo si è sostituito uno specchio sferico concavo.

I telescopi, quantunque raggiungano risultati consimili, in quanto ad ingrandimento, ai moderni cannocchiali pure per le loro dimensioni maggiori sono incomodi e di più non applicabili agli strumenti misuratori di angoli, perciò non s'introdusse mai stabilmente l'uso corrente di essi nella pratica astronomica. E mentre le scoperte fatte coi grandi riflettori vengono riconfermate e definitivamente acquisite alla scienza dai rifrattori di dimensioni molto minori, non si può dire lo stesso per le scoperte fatte dai rifrattori. Così è avvenuto che, quando nell'agosto 1877 l'astronomo Asaph Hall col rifrattore di 66 cm. (1) dell' Osservatorio di Washington fece la clamorosa scoperta dei due satelliti di Marte, Fobos e Deimos, non si trovò nessuno dei riflettori giganteschi di Herschel, Rosse e Lassel pronto per confermare la scoperta, e tanto meno per fornire una serie di osservazioni sui due satelliti.

La prima idea del telescopio si trova in un'opera pubblicata a Lione nel 1652 dal P. Zucchi professore di matematica al Collegio Romano. Egli annunzia che, fino dall'anno 1616, aveva ideato di rimpiazzare gli obbiettivi di vetro con specchi concavi, affine di ottenere colla riflessione della luce gli stessi risultati, che si ottengono colla refrazione. Soltanto nel 1663 uno scienziato inglese, Giacomo Gregory, mette in pratica la teoria del telescopio. Nel 1672, Cassegrain, professore di fisica

(1) È questa la misura del diametro dell'obbiettivo.

Digitized by Google

al collegio di Chartre, modificò la forma di quello di Gregory. Nello stesso anno Newton, presentò, il giorno della sua elezione alla Società Reale di Londra, un telescopio fatto con le sue mani. Più di un secolo dopo Herschel modificò in parte i telescopi di Gregory e di Newton, e ne costruì parecchi, il più grande dei quali era formato da uno specchio di m. 1,47 di diametro. Al fondo di un lungo tubo di circa 12 metri (vedi tav. XXXI) era collocato questo specchio di forma parabolica; nel foco della parabola si trovava un piccolo specchio piano, inclinato al telescopio di 45° affine di mandare i raggi lateralmente al tubo. Un'apertura praticata in esso permetteva di osservare mediante un oculare l'immagine dell'oggetto.

L'osservatore si trovava ad un'altezza dal suolo, che variava dai 9 ai 12 metri, entro una camera abbastanza grande, che doveva seguire il telescopio nel suo movimento per mantenere nel campo visivo una stella. Nel 1839 Giovanni Herschel, figlio di Guglielmo, smontò il telescopio di suo padre, lo collocò in una posizione orizzontale, e lo tornò a montare, dopo aver fatto nell'interno del tubo una festa di famiglia, cantando una canzone sui telescopi.

Il grande strumento di Herschel fu conservato fino a pochi anni fa, poi si è sfasciato.

Il telescopio di Lord Rosse (vedi tav. XXXI) ha dimensioni più grandi di quello ora descritto ed una montatura affatto differente. Il diametro dello specchio è di metri 1.82, la lunghezza del tubo di circa m. 16, è stato fabbricato nel 1842. Il telescopio è collocato tra due muri massicci, i quali permettono di muoverlo entro certi limiti. Per facilitare l'osservazione sono impiegati vari sistemi di piattaforme mobili e impalcature.

Questo strumento è stato usato principalmente per fare disegni di paesaggi lunari, per lo studio dei pianeti e delle nebulose.

Quantunque in potere visivo assai inferiori ai telescopi di Herschel e di Rosse, sono pure degni di nota quelli di Schroter e di Lassel, del quale ultimo insieme con altri diamo il disegno nella tav. XXXI. Col telescopio di Lassel, si scopersero due satelliti di Urano.

In Italia si distinse per la costruzione dei telescopi l'Amici.

In America abbiamo i telescopi moderni: uno del genere è quello dell'Osservatorio del monte Wilson. Esso è formato da uno specchio di cm. 152 di diametro e, come per la maggior parte di questi strumenti americani il tubo per così dire non esiste (tav. XXXV), una montatura a giorno basta a rimpiazzarlo e a portare gli spettro-scopi e i *porta-châssis,* che si possono fissare al suo foco.

Due enormi telescopi sono ora in costruzione; l'uno per l'Osservatorio Lowell di Flagstaff (Arizona) misurerà m. 5,50 di distanza focale e un metro di diametro, l'altro più colossale ancora misurerà m. 2,50 di diametro. Quest'ultimo è destinato alla Carnegie Institution di Washington.

4. **Strumenti misuratori d'angoli**. — I primi strumenti, che si adoperarono per misurare angoli, furono gli *astrolabi o grafometri,* ossia cerchi od archi graduati, i quali portavano nel centro un alidada (braccio mobile), munita di traguardi o pinnule.

Vasco di Gama nei suoi viaggi si servì degli astrolabi, e così pure si servirono i Portoghesi.

In seguito al traguardo si è sostituito un cannocchiale, che contiene internamente un piccolo cerchietto di metallo, munito ordinariamente di due fili di ragnatela o di platino, della grossezza di un milleduecentesimo di millimetro, messi ad angolo retto, o pure di quattro fili formanti un piccolo quadrato; questo cerchietto coi fili si chiama *reticolo.*

Il cannocchiale a reticolo è stato immaginato nel 1640 dall'inglese Gascoigne secondo alcuni, secondo altri invece dagli astronomi francesi Picard e Auzout verso la fine del secolo XVII.

Per avere letture di angoli esatte si fa in modo che l'immagine dell'oggetto venga a coincidere coll'incrociamento dei fili, o pure venga a cadere nel mezzo del quadratino. Per leggere i cerchi graduati e rilevare le frazioni della divisione principale, si adopera in alcuni strumenti il verniero o nonio, in altri il micrometro.

L'astronomo Tycho Brahè si è servito, nel suo Osservatorio di Uranienborg, di uno strumento, detto *quadrante astrologico.* Esso consiste in un quarto di cerchio, con un piombino ed una alidada girevole. Per osservare l'altezza di un astro si dirige un lato del quadrante all'orizzonte del mare, e l'alidada alla stella o al Sole. L'arco formato dalle due visuali, una diretta all'orizzonte del mare, e l'altra all'astro, determina l'altezza di questo.

Lo strumento può poggiare sopra un sostegno, o pure si può tenere in mano per mezzo di un manico. Colombo si servì del quadrante astrologico.

Non è tanto facile risolvere la questione, chi sia stato il primo a inventare gli strumenti a riflessione, ai quali appartengono l'ottante, il sestante, i cerchi ripetitori. Generalmente l'invenzione del sestante è attribuita a Newton circa il 1700, e lo strumento ideato allora, fatta qualche piccola modificazione, è quello che si adopera attualmente. Esso è l'unico strumento di facile maneggio e utilità per i marini.

Il sestante è formato (vedi tav. XXXII) di un settore circolare dell'ampiezza di 60 gradi (l'ottante invece non ne abbraccia che 45). Nel centro del settore è collocata una piattaforma, la quale porta perpendicolare al piano di esso uno specchio, il cui asse di rotazione dovrebbe coincidere col centro del cerchio, di cui il settore è

Digitized by Google

una parte. Unito in sistema a questo specchio, che si dice *specchio grande,* sta un braccio chiamato *alidada* o *linda,* che lo fa girare. L'alidada porta alla estremità una piccola graduazione (nonio) che scorre sulla graduazione principale; di più ha due viti, una detta di *fermata*, che serve a fissare lo specchio grande, e l'altra di rettifica, che serve a imprimere allo specchio stesso piccoli movimenti.

Oltre allo specchio grande c'è un altro specchio, per metà amalgamato e per metà vetro semplice, che è pure perpendicolare al piano del sestante ed è collocato sul raggio che resta alla sinistra di chi guarda la divisione. Questo specchio, che è immobile, si chiama *specchio piccolo.* Lo specchio grande si può chiamare anche mobile, lo specchio piccolo fisso. Sul raggio del settore, a destra e dirimpetto allo specchio piccolo, è situato un anello, dove si avvita un cannocchiale col quale si osserva contemporaneamente l'immagine doppiamente riflessa dei due specchi e l'oggetto per la parte non amalgamata dello specchio piccolo.

Nel 1750 Tobia Mayer propose in luogo del sestante e dell'ottante di adoperare con più vantaggio un cerchio intiero.

Nel 1785 Ramsden costruì i primi cerchi interi, e, immediatamente dopo, Borda fece fare i cerchi *interi ripetitori*, che hanno sui sestanti il vantaggio di rendere più piccolo l'errore, che si può commettere nella lettura di un angolo.

In seguito si costruirono i cerchi di Amici, di Amici-Magnaghi, di Pistor e Martins.

Altazimut. — L'altazimut è uno strumento con cui si misurano le due coordinate sferiche: altezza e azimut di un astro, le quali servono per fissare nel cielo la posizione dell'astro. Per ottenere la misura di queste due coordinate, lo strumento è composto essenzialmente di due cerchi graduati fra loro perpendicolari, di un cannocchiale che ha due movimenti, uno intorno ad un asse orizzontale, e l'altro in unione al cerchio verticale, intorno ad un asse verticale. Il tutto poi è fissato su un basamento, munito di tre viti, colle quali si mette uno dei cerchi nel piano orizzontale. Nella colonna del basamento è avvitato un cannocchiale, che serve di *spia* per verificare se il piede dello strumento abbia subìto qualche spostamento durante l'operazione. Varie sono le forme che può avere un altazimut.

Teodolite. — Il teodolite somiglia del tutto all'altazimut, soltanto il cerchio delle altezze o manca o è di piccole dimensioni, e lo strumento non è invertibile.

La tavola XXXII porta il disegno di uno strumento universale a cannocchiale spezzato, che somiglia al teodolite; soltanto che in luogo di osservare all'estremità opposta del tubo nel quale è avvitato l'obbiettivo si osserva lateralmente, perchè nell'interno del cannocchiale vi è uno specchio a 45° che devia i raggi che hanno attraversato l'obbiettivo.

Eliometro. — È uno strumento (tav. XXXIV) che permette la misura più delicata di piccoli angoli fra due oggetti visibili contemporaneamente nel campo del cannocchiale. L'obbiettivo di questo strumento è diviso per metà, in modo che si possono spostare le due parti l'una rispetto all'altra; si producono quindi due immagini dell'oggetto, che distano fra loro di tanto quanto si sono spostate le metà dell'obbiettivo. La misura pertanto di questo spostamento dà senz'altro una misura della distanza angolare dei due punti di un oggetto che si portano a coprire le due immagini di esso. Con questo strumento si sono fatte molte misure sul Sole per cui lo si è chiamato con tal nome. Gli eliometri costrutti fino al giorno d'oggi sono di dimensioni modeste rispetto ai giganteschi equatoriali moderni, e tali rimarranno anche in seguito perchè difficilmente ci si deciderà a spaccare in due un grande obbiettivo ben riuscito.

5. **Strumenti misuratori del tempo.** — La successione dei fenomeni è ciò che costituisce il tempo. Nel momento in cui parliamo succede un fatto, dopo ne avviene un altro, si dice comunemente che fra essi è scorso un intervallo di tempo. I fenomeni astronomici, i quali succedono con un dato ordine, sono quelli che servono meglio di qualunque strumento per misurare il tempo. La rotazione della Terra intorno al suo asse dà l'unità di misura *giorno*, la traslazione della Terra intorno al Sole dà l'unità di misura *anno.*

Per misurare le frazioni del giorno si adoperarono e si adoperano strumenti fatti dalla mano dell'uomo, i quali lasciano sempre a desiderare, per quanta cura egli ponga nella loro esecuzione, perchè varie sono le cause che turbano il loro andamento regolare, e poi perchè l'opera dell'uomo è sempre imperfetta.

Le prime macchine indicatrici dell'ora si basarono sui cambiamenti di lunghezza e di direzione delle ombre solari e si chiamarono *sciotèri, o sciotèrici* che è quanto dire *cacciatori o inseguitori delle ombre.* Gli sciotéri dovettero naturalmente assumere diversi tipi: tra essi i più eleganti e perfetti furono i così detti *scafi* o *vasi oroscopici*, la cui invenzione viene attribuita ad Aristarco di Samo. Lo scafo era un vaso emisferico di bronzo che segnava il corso delle ore mediante la direzione e la lunghezza dell'ombra di uno stilo verticale detto gnomone, piantato in mezzo al fondo e terminato in una sferetta concentrica al vaso medesimo; esso rendeva l'immagine invertita della vôlta celeste e poteva portare materialmente tracciati tutti i circoli massimi e minori ideati dagli astronomi.

I Romani per la misura del tempo adopera-

Digitized by Google

vano le *clessidre*, che sono orologi ad acqua. Dalla quantità di acqua, che sgorga con un efflusso regolare da un orifizio praticato in un recipiente, in cui il livello si mantiene costante, si può valutare il tempo.

In seguito si usarono gli orologi a polvere (ved. tav. XXXII) che differiscono dalle clessidre perchè fanno passare per un piccolo foro minutissima polvere invece che acqua.

Le indicazioni dell'orologio a polvere sono meno precise di quelle delle clessidre, inoltre non servono per misurare tempi lunghi. I marini ne usano per determinare la velocità della nave.

Non si conosce l'epoca precisa dell'invenzione degli orologi a peso, pare risalga ai secoli XI e XII, essi segnano un gran passo nella misura del tempo; il loro andamento è più regolare e costante di quello delle clessidre e degli orologi a polvere.

Galileo nella seconda metà del secolo XVI trovò le leggi del pendolo, vuolsi studiando le oscillazioni della lampada nel duomo di Pisa. La cognizione di queste leggi gli suggerì nel 1641 l'idea di applicare il pendolo agli orologi come regolatore.

Fatalità volle che Galileo, morendo, non potesse effettuare la sua idea, ma la confidò a suo figlio, che l'ebbe effettivamente attuata.

Ordinariamente il merito dell'applicazione del pendolo all'orologio viene esclusivamente attribuito a Huygens, il quale, oltre avere avuto nel 1656 un' idea analoga indipendentemente dal Galileo, ebbe anche quest'altro merito tutto suo, di avere egli stesso nel 1657 effettuata la detta applicazione con grande sagacia, accompagnata dal più felice successo.

Negli orologi da tasca e *cronometri* il motore è una molla formata da una lamina d'acciaio sottile, lunga e ravvolta a spirale, il regolatore in principio era a bilancia ed a palette.

In seguito Huygens immaginò la bilancia a molla spirale e siccome la temperatura influisce sulla durata delle oscillazioni, così si è immaginata la *bilancia a compensazione*. Ma anche questa non poteva dare al movimento dell'orologio tutta la desiderabile precisione, si trovarono quindi gli scappamenti; i principali sono quello a cilindro e quello libero.

I *cronometri* sono strumenti di grande precisione, e servono specialmente per la marina, perchè si porta in mare il tempo di un primo meridiano, col quale tempo si risolvono i problemi di astronomia nautica e si determina la longitudine.

La gloria dell'invenzione del cronometro, quale era domandato, era riservata nel 1735 a John Harrison, figlio di un povero falegname di Yorkshire, ed egli stesso girovago accomodatore di orologi. La sua invenzione gli fece ottenere la somma di 20.000 lire sterline, accordate dal parlamento inglese nel 1714 all'inventore di uno strumento che conservasse il tempo esatto.

6. Spettroscopio Spettrografo Spettro-eliografo. Lo spettroscopio consiste essenzialmente in un cerchio graduato orizzontale, sostenuto da un treppiede. Nel centro di questo cerchio si trova in generale un prisma con lo spigolo rifrangente verticale, e sulla periferia sono disposti tre corpi di cannocchiale (tav. XXXII). Uno di questi appartiene al cannocchiale di osservazione dello spettro ed è mobile sul piano del cerchio, l'altro corpo funziona da collimatore, manca dell'oculare ed ha nel fuoco dell'obbiettivo una fenditura verticale, che con una vite micrometrica si può restringere ed allargare a piacimento. Il terzo corpo porta ad un'estremità una piccola scala orizzontale, fotografata sul vetro, e all'altra una lente come nel collimatore, la quale serve a formare l'immagine della scala. Questa immagine è rimandata per riflessione nel cannocchiale.

Ora dalla disposizione che si dà ai tre corpi di cannocchiale risulta che, se si pone una fiamma dinanzi alla finestrella del collimatore, l'osservatore che guarda attraverso all'oculare, vedrà lo spettro della fiamma e, projettata su questo spettro, l'immagine della scala, la quale permetterà di fissare la posizione esatta delle righe di Fraunhofer.

Per aumentare la dispersione, alcuni spettroscopi portano più prismi, che si possono mediante un semplice congegno far ruotare tutti insieme.

Lo spettrografo non è altro che uno spettroscopio, in cui si è sostituito al posto dell'oculare una camera fotografica. Esso si adatta nel piano focale dei cannocchiali e dei telescopi. Fra i maggiori che oggi esistono vi sono gli spettrografi di Potsdam, quello dell'Osservatorio di Lick, e quello dell'Osservatorio di Yerkes; questi sono attaccati ai cannocchiali; quello invece di Monte Wilson ed altri sono adattati ai telescopi.

Lo spettro-eliografo è stato inventato in America e non è che uno spettrografo registratore; serve per prendere fotografie del Sole, utilizzandone non tutta la luce complessa ma, secondo i casi, solo la luce di questo o quel colore, luce in una parola monocromatica. Lo spettro-eliografo agisce come una specie di filtro, che non lascia passare che un determinato colore. Con esso furono nel 1893 ottenute fotografie del Sole, le quali riproducono non solo le macchie, le facole e i dettagli tutti della fotosfera, ma ancora la cromosfera e le protuberanze.

E giacchè siamo a parlare di questi strumenti possiamo dire anche del telescopio a torre (*Tower Telescope*), che si trova all'Osservatorio di Monte Wilson (tav. XXXV). È composto di una torre d'acciaio di circa 50 metri d'altezza del tipo di quelle che servono per i mulini à vento o per sostegno a serbatoi d'acqua. Sulla cima di essa vi è un *celostata*, cioè uno specchio piano montato equatorialmente e provvisto di movi-

Digitized by Google

mento di orologeria, che riflette la luce del Sole su di un secondo specchio piano situato nel centro ed alla sommità della torre. Questo specchio manda il fascio di raggi luminosi su di un obbiettivo di mm. 305 di apertura, posto orizzontalmente sotto allo specchio, così che il fascio cammina verticalmente verso il suolo per tutta la distanza focale, eguale a metri 18. L'immagine del Sole si forma ad un punto alto metri 1,5 sul suolo nell'interno di una piccola fabbrica costruita attorno al piede della torre. Un pozzo circolare, profondo 9 metri, si apre sotto alla torre e contiene due strumenti uno accanto all'altro, cioè uno spettrografo ed uno spettro-eliografo. Sulle fessure di questi si può indifferentemente proiettare l'immagine del Sole con un piccolo movimento del secondo specchio sulla cima della torre. I due specchi sulla sommità sono coperti di una cupola emisferica, che si apre lasciando libero un intero quadrante. Un ascensore porta l'osservatore dal suolo alla sommità per i necessari aggiustamenti degli specchi.

7. **Equatoriale.** — L'equatoriale è formato, come l'altazimut, da due cerchi e da un cannocchiale; anzi si può dire che inclinando l'asse verticale di un altazimut, in modo da disporlo parallelo all'asse del mondo, si ottiene un equatoriale. In questo caso il cerchio orizzontale si dispone in una direzione parallela a quella dell'equatore celeste, e il cerchio verticale si può far coincidere con uno qualunque dei cerchi di declinazione. Lo strumento è mosso da un sistema di orologeria, il quale fa sì che una volta puntato il cannocchiale ad una stella, questo la segua in tutto il suo corso, in modo che l'astronomo non abbisogna più di muovere il cannocchiale, ma ha continuamente l'astro entro il campo visivo.

Il piede, su cui è montato uno strumento di tal fatta, si dice *piede parallatico*, il quale nome deriva da ciò, che un cannocchiale, montato sopra un cotal piede, e messo in moto dal meccanismo d'orologeria che ne fa parte, si dirige successivamente verso i diversi punti d'uno stesso parallelo celeste.

Per proteggere lo strumento dalle intemperie, lo si copre di un tetto fatto per lo più a forma di emisfero: questo tetto o *cupola* presenta una apertura, lunga e poco larga, diretta secondo un piano verticale, la quale si può aprire e chiudere dal di dentro. La cupola poi si fa ruotare intorno alla verticale condotta pel suo centro, e si porta così l'apertura ad essere diretta verso le differenti regioni del cielo. Il movimento della cupola si ottiene facilmente da una sola persona mediante congegni speciali, quantunque il peso da trasportare sia di qualche tonnellata.

Noi diamo il disegno nella tav. XXXIII dell'Equatoriale dell'Osservatorio di Milano che è il più grande equatoriale che si trovi in Italia; il diametro dell'obbiettivo misura 487 mm. e la distanza focale è di m. 6,95. L'obbiettivo costò 37.500 lire e la montatura 70.600. La torre che lo contiene di 12 metri di diametro, coperta da una cupola mobile del peso di circa 400 quintali, costò pure una forte somma.

L'Osservatorio di Yerkes presso Chicago possiede il più grande equatoriale del mondo; il diametro dell'obbiettivo misura 1016 mm. e la distanza focale è di 19 metri. Lo strumento è collocato in una torre, che ha una cupola del diametro di 30 metri circa. Basta premere un bottone e si vede il cannocchiale dirigersi a quel punto del cielo, che si desidera. Questo strumento insieme con tutto l'Osservatorio, che costa parecchi milioni, è stato regalato all'Università di Chicago dal signor Carlo Yerkes. Certo in Italia non abbiamo di siffatti mecenati della scienza.

Una delle opere le più rimarchevoli dell'ottica moderna è il grande cannocchiale dell'Osservatorio di Treptow, presso Berlino, inaugurato nel 1909 (tav. XXXIX). Misura 21 metri di lunghezza focale, e m. 0,70 di apertura. Montato equatorialmente è mosso da due motori elettrici, sopporta, nelle circostanze atmosferiche le più favorevoli, ingrandimenti più di 5000. La sola lente ha costato 62.500 lire.

8. **Strumento dei passaggi.** — Lo strumento dei passaggi, o cannocchiale meridiano, venne immaginato verso il 1675 dal celebre astronomo danese Röemer, e le numerose osservazioni da lui fatte all'Osservatorio di Copenaghen ne comprovarono ben tosto l'eccellenza. È costituito da un cannocchiale situato nel piano meridiano; ha quindi un movimento intorno ad un asse orizzontale, in modo che l'asse ottico di esso descrive il piano meridiano. Il cannocchiale aspetta le stelle quando passano in meridiano, ed è appunto per questo chiamato *strumento dei passaggi*. È munito poi di un cerchio verticale graduato, che serve per puntare esattamente il cannocchiale alle stelle. Quando questo cerchio è grande e diviso accuratamente, ed è grande pure il cannocchiale, allora con questo strumento si possono fare anche delle determinazioni esatte di declinazione degli astri.

Uno strumento che serve a tale scopo è quello, che si trova all'Osservatorio del Collegio Romano e del quale diamo il disegno nella tav. XXXIV. A Napoli pure vi è un cannocchiale meridiano di primo ordine del Repsold di Amburgo.

Vi sono strumenti dei passaggi portatili, che sono di più piccole dimensioni e servono per la determinazione del tempo. Ne abbiamo uno a Padova, costruito dal Bamberg di Berlino nel 1881. Appartiene alla commissione geodetica italiana, fu esposto alla Mostra geografica di Venezia nell'autunno di quello stesso anno, e fu premiato con una delle maggiori ricompense da quel giurì assegnate agli strumenti matematici.

Digitized by Google

Siccome il cannocchiale meridiano non deve essere diretto che ai punti del meridiano, così non è necessario collocarlo sotto una cupola girevole, ma basta praticare nell'edificio un'apertura lunga e poco larga nella direzione del meridiano locale. Questa apertura si può chiudere con alcune imposte indipendenti le une dalle altre, in modo da aprire quel tratto necessario all'osservazione.

9. **Cerchio murale.** — Il Cerchio murale consiste essenzialmente d'un gran cerchio graduato, munito di un cannocchiale ed esattamente diretto nel piano meridiano. Il cannocchiale gira intorno ad un asse perpendicolare al piano del cerchio e passante pel centro di esso. Il cerchio col cannocchiale è appostato ad un muro solidissimo.

In luogo di un cerchio completo si può avere un *quadrante*, cioè la quarta parte del cerchio, ed allora lo strumento si dice *quadrante murale* (tav. XXXV). Il quadrante murale è stato immaginato da Tycho-Brahè, ed è stato usato negli osservatori per le osservazioni delle altezze meridiane fino al principio del secolo passato.

Tanto il cerchio che il quadrante servono quindi per determinare le declinazioni degli astri.

Il primo *cerchio murale* fu costruito da Ramsden: avea un diametro di circa due metri: l'astronomo Piazzi nell'Osservatorio di Palermo lo rese celebre colle sue osservazioni.

Trougton costruì nel 1812 il primo cerchio murale per l'Osservatorio di Greenwich, e d'allora in poi si usò in Inghilterra e in Francia. In seguito il cerchio murale venne modificato dal Reichenbach di Monaco, e i suoi *circoli* meridiani riputatissimi, che si possono chiamare strumenti dei passaggi, si diffusero nei principali osservatori di Germania e d'Italia. Ve n'è uno all'Osservatorio di Milano, e uno all'Osservatorio del R.° Istituto di Marina Mercantile di Venezia.

10. **Equatoriale fotografico.** — L'equatoriale fotografico, del quale diamo un disegno nella tav. XXXV consiste essenzialmente in due cannocchiali sovrapposti parallelamente uno all'altro, uno fotografico e l'altro cercatore, racchiusi in un tubo metallico a sezione rettangolare montato col *sistema inglese*, ossia in modo da seguire un astro in tutta la sua corsa al disopra dell'orizzonte, senza il bisogno di rovesciare il cannocchiale, vantaggio prezioso per la fotografia, sopra tutto quando le durate della posa devono essere un poco lunghe.

Lo strumento è provvisto, come un equatoriale ordinario, di un cerchio parallelo all'equatore, di un cerchio di declinazione e di un movimento d'orologeria, che fa girare il cannocchiale. L'obbiettivo fotografico è formato di un sistema di due lenti di *flint* e di *crown*, tali da divenire acromatico per i raggi chimici.

Nella tav. XXXV diamo pure i disegni di un riflettore fotografico, che si trova all'Osservatorio di Potsdam, e del grande refrattore dell'Osservatorio Imperiale di Poulkova.

11. **Osservatorii d'Italia.** — È un fatto generalmente deplorato, che gli italiani conoscono pochissimo il materiale scientifico, che esiste in Italia, e non raramente avviene che noi quando vogliamo avere notizie intorno alle cose nostre, dobbiamo rivolgerci agli stranieri.

Fino a poco tempo fa nessuno in Italia avea pubblicato una storia dei nostri Osservatorii; vi erano memorie di questo o quell'Osservatorio, ma separate, sconnesse. Si trova invece una pubblicazione francese, la quale dà ampie informazioni sull'origine e sviluppo dei principali Osservatorii italiani.

Nel 1900 l'ingegnere Ottavio Zanotti Bianco nell'appendice all'opera *L'universo stellato* di Meyer, tradotta dal tedesco, e il professore Celoria nell'*Astronomia nel secolo XIX*, pubblicata dalla Casa Editrice D.r Francesco Vallardi, hanno raccolto importanti notizie sugli Osservatorî italiani e stranieri.

Gli Osservatorii astronomici speciali in Italia sono dieci: quello di Milano, di Torino, di Padova, di Roma (Collegio Romano), di Roma (Campidoglio), di Firenze, di Bologna, di Napoli, di Palermo, di Catania.

Vi sono poi gli Osservatori privati del Vaticano, quello Ximeniano di Firenze, quello di Collurania del quale è proprietario il D.r Vincenzo Cerulli.

Vi sono altri Osservatorî di minore importanza, che servono esclusivamente o per la marina militare, come quello di Genova, o per la marina mercantile, come quelli di Venezia, di Palermo, di Riposto ecc., in cui si fanno determinazioni di tempo per regolare i cronometri delle navi e per segnalare con un colpo di cannone il mezzodì medio dell'Europa Centrale.

Abbiamo infine moltissimi Osservatori meteorologici sparsi nelle città, nelle campagne, sui monti e persino a bordo delle navi, alcuni dipendono dall'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica di Roma, altri dalla Società Meteorologica Italiana che ha sede all'Osservatorio di Moncalieri.

Noi diremo brevemente solo dei principali Osservatorii astronomici.

12. **Osservatorio di Milano.** — Esso si trova nel palazzo di Brera; è stato fondato nel 1760 dai due RR. PP. Pascal Bovio e Domenico Gerra. I primi strumenti erano un cannocchiale acromatico di 40 piedi di distanza focale, una sfera armillare in ferro, un orologio a pendolo. A questi due padri nel 1763 si unirono il R. P. Lagrange e il R. P. Boscovich, il quale ebbe una gran parte nella scelta, nell'adattamento e nella spesa di nuovi locali per l'Osservatorio.

Ritiratosi il Lagrange nel 1777, la direzione passò nelle mani dei tre amici e colleghi Reggio,

Digitized by Google

Cesaris e Oriani, il quale ultimo nel 1778 cominciò una serie di osservazioni sulle macchie solari, avente per iscopo una nuova determinazione della posizione della linea dei poli del Sole. Il P. Reggio determinò la latitudine dell'Osservatorio e pubblicò un catalogo di 855 stelle pel 1800, insieme poi col Cesaris pubblicò nel 1775 una ef femeride, che si continuò fino al 1874.

L'Oriani morì a Milano nel 1832 nell'età di 80 anni. I lavori dell'Oriani lo resero celebre in tutta l'Europa, e il suo nome rimase immortale fra gli astronomi. Napoleone I, dopo averlo nominato conte, senatore del Regno d'Italia, voleva nominarlo vescovo di Vigevano con 42.000 lire di rendita nette, ma l'Oriani non accettò pur di rimanere fra i suoi studi prediletti. L'Oriani era di costumi tanto semplici, che una grandissima parte del suo guadagno potè lasciare in eredità ai suoi e alla scienza.

Il Cesaris fu il primo a segnalare in due sue dotte dissertazioni il fenomeno del movimento oscillatorio, che prova nell'intervallo di un giorno e sotto l'azione ineguale dei raggi solari, un edifizio elevato come l'Osservatorio di Brera. Questo fenomeno al giorno d'oggi è bene conosciuto e tutti gli astronomi l'hanno successivamente constatato. Il Cesaris fu quegli, che costruì nel 1787 la meridiana del Duomo di Milano, il più esatto strumento di questo genere che sia stato costruito.

Ad Oriani successe Carlini, nato a Milano nel 1738: egli era membro aggiunto della Commissione incaricata d'introdurre in Italia il sistema di pesi e misure francesi. Fu quegli che inaugurò la serie delle osservazioni sugli asteroidi e sulle comete, ma il lavoro più grande lo fece coll'astronomo Plana nel dare una teoria completa della Luna. Questo lavoro gli costò sette anni di fatica. La memoria di Carlini e Plana fu premiata dall'Accademia delle scienze di Parigi. Carlini prese pure parte ai lavori geodetici dell'Alta Italia, e morì nell'età di 79 anni a Domodossola, dopo aver consumato una vita continuamente attiva e proficua agli studi astronomici.

A Carlini successe nel 1860 G. V. Schiaparelli. Egli nacque a Sivigliano nel 1835, studiò a Milano a Torino, a Berlino, e Pulkova, e morì a Milano nel 1910.

Vasto è il suo contributo alla scienza dei cieli: a capo di tutte le sue scoperte sta la teoria delle meteore cosmiche, la relazione cioè, da lui dimostrata, tra le stelle cadenti e le comete, poi viene la scoperta dei canali di Marte e delle loro geminazioni o sdoppiamenti, poi le rotazioni di Mercurio e Venere, le migliaia di importanti osservazioni sulle stelle doppie, la scoperta del 69° asteroide che chiamò Esperia, ecc. È stato anche sommo meteorologo ed eruditissimo storico. Lo Schiaparelli gode fama mondiale e le sue scoperte lasciarono immortale il suo nome nel campo dell'astronomia.

Allo Schiaparelli, successe il professore Giovanni Celoria, nato a Casale Monferrato (Alessandria) nel 1842. Egli studiò a Torino, a Berlino e a Bonn. Fece importanti pubblicazioni, ma la sua attività non si è arrestata al tecnicismo, si è anche esplicata nel campo non meno fecondo della diffusione, della volgarizzazione, poichè egli è profondamente convinto che l'Astronomia ha una rara potenza educatrice, e dovrebbe, opportunamente intesa ed insegnata, far parte d'ogni coltura, anche mediocre.

Il Celoria occupa molte cariche, ed è senatore del Regno.

13. **Osservatorio di Torino.** — È stato fondato dal P. Beccaria nel 1759 e si trova a palazzo Madama, nella sommità di una delle quattro torri antiche in piazza Castello. Lo diressero fino al 1813 il dottissimo abate Tommaso Valperga di Caluso e il professore Vasalli Eandi Antonio Maria. Nel 1813 fu incaricato della direzione Giovanni Plana nato a Voghera nel 1781.

Nei primi anni dopo la fondazione l'Osservatorio fu trasportato nel palazzo dell'Accademia delle scienze, ma poi di nuovo al palazzo Madama e la costruzione definitiva fu ultimata nel 1822.

Plana prese grandissima parte all'importante operazione geodetica, che aveva per iscopo di congiungere le triangolazioni del Piemonte e dell'Alta Italia alla triangolazione francese. Determinò pure la latitudine e la longitudine dell'Osservatorio, e fu compagno di Carlini nel grande lavoro sul movimento della Luna.

Morto Plana nel 1864, gli successe il professore Alessandro Dorna, nato ad Asti nel 1825. Il Dorna indirizzò ogni suo sforzo a migliorare i locali, gli strumenti, il personale e l'Osservatorio. Egli pubblicò le sue memorie nel *Bollettino meteorologico dell'Osservatorio dell'Università di Torino*, e riguardano le stelle cadenti, le eclissi, i passaggi di Mercurio sul disco del Sole. Pubblicò un atlante celeste di dodici carte nel quale sono projettate di due in due ore, sopra l'orizzonte della latitudine di 45°, circa 634 stelle. Andò al Bengala nel 1872 per osservare il passaggio di Venere. Morì immaturamente nel 1886, e il professore Francesco Porro lo sostituì. Con opportunissimo e moderno concetto questi, come scrive il Celoria, piuttosto che trasformare l'Osservatorio di palazzo Madama poco suscettibile di essere svecchiato, ricorse a stazioni succursali, e ne stabilì due: una sul colle di Superga, l'altra a Pino Torinese. Non essendo però il Porro coadiuvato nelle sue aspirazioni, abbandonò il posto per andare in America. Attualmente è direttore il prof. Giovanni Boccardi, uomo attivo ed energico, il quale ha ottenuto che l'Osservatorio venga trasportato lungi dai rumori e dalla luce della città.

Digitized by Google

14. Osservatorio di Padova. — È stato eretto dal 1767 al 1777 per decreto del Senato Veneto sotto la direzione dell'abate Giuseppe Toaldo nato nel 1719 in Pianezze, villa presso Marostica, poche miglia distante da Bassano. Però il suo primo assetto non lo ebbe che verso la fine del 1779 col collocamento del grande Quadrante murale di Ramsden e con la nomina di un astronomo aggiunto nella persona dell'abate Vincenzo Chiminello.

È situato nella Torre di Ezzelino costruita nel 1242 per servire di fortezza e di prigione di Stato. Sulla porta di entrata si legge la seguente iscrizione del P. Boscovich:

M C C X L I I

Quae quondam infernas turris ducebat ad umbras
Nunc Venetum auspiciis pandit ad astra viam.

M D C C L X V I I

I lavori di adattazione costarono alla repubblica veneta 144.000 lire. Toaldo e il suo nipote Chiminello intrapresero nel 1769 una serie d'osservazioni del barometro e del termometro, che è stata continuata senza interruzione fino al giorno d'oggi (1911).

Toaldo credette d'aver stabilito dei principî per poter prevedere il tempo. Avendo osservato che in capo a 18 anni i fenomeni meteorologici si riproducono e si succedono con poco divario nel medesimo ordine, formò le tavole di tre di tali periodi, ai quali diede il nome di *Saros*, e che gli astronomi chiamano ancora *Cicli Toaldini*. Fondò nell'anno 1773 il celebre *Giornale astro-meteorologico*, che pubblicò fino all'anno 1798, e continuato poscia da altri ha durato fino alla metà del secolo passato. Morì a Padova nel 1798.

Gli successe l'abate Chiminello nato a Marostica nel 1741. Egli fece per 16 mesi di giorno e di notte osservazioni barometriche, in modo da mettere in rilievo il doppio movimento diurno della pressione atmosferica. Visse in tempi difficili e burrascosi, ed è merito suo se la specola non fu in quegli anni soppressa. Visse povero e una grande parte del suo patrimonio consumò per il bene della scienza; la continuata applicazione gli logorò la vita, e morì, come lo zio Toaldo, di paralisi nel 1815.

Gli successe Santini, nato a Capresse nella provincia d'Arezzo nel 1787; la sua prima occupazione fu di verificare le coordinate geografiche dell'Osservatorio, che domandavano una precisione maggiore di quella colla quale erano state determinate. Determinò la massa di Giove, pubblicò i suoi cataloghi di stelle, colla cooperazione anche del suo aggiunto. Virgilio Trettenero, nato a Recoaro, nella provincia di Vicenza, nel 1822 e morto del 1863. Il Santini, oltre a tante memorie importanti d'astronomia, pubblicò un « Corso d'Astronomia », il quale è l'unico che ci sia in Italia. Questo corso però al giorno d'oggi è troppo antiquato, e non potrebbe servire per uno che volesse studiare seriamente questa scienza. Il Santini morì nel 1877, e gli successe il professore Giuseppe Lorenzoni, attuale direttore, nato nel 1843 a Rolle di Cison, nella provincia di Treviso. Egli si applicò nei primi tempi allo studio della spettroscopia solare ed osservò in Sicilia l'eclisse totale di Sole del 22 dicembre 1870. Pubblicò molte memorie sulle protuberanze solari nelle « *Memorie degli Spettroscopisti italiani* », sul passaggio di Venere, sulle comete, sulle differenze di longitudine e sono notevoli per importanza i lavori sul pendolo. Egli fa parte della Commissione Geodetica del Grado, è uno degli astronomi più dotti che abbia l'Italia, e fece della specola a lui affidata una delle più rispettate scuole d'astronomia.

15. Osservatorio di Roma (Collegio Romano). — Come fondatore dell'attuale Osservatorio di via del Gesù si deve considerare l'abate Giuseppe Calandrelli, nato a Zagarolo nel 1749. L'impianto incominciò nel 1787 colla costruzione di una torre quadrata all'angolo orientale del Collegio, e questa torre ha servito d'Osservatorio principale fino nel 1848. Pio VII ebbe molta parte nell'accordare i fondi necessari per provvedere alcuni strumenti. Calandrelli determinò la latitudine dell'Osservatorio, la parallasse della stella Vega, studiò la cometa del settembre 1807, ed ebbe coadiutori instancabili nei suoi studi, l'abate Andrea Conti e il canonico Giacomo Riechebach.

Calandrelli morì nel 1827. Gli successe il P. Dumouchel della Compagnia di Gesù, il quale ebbe per compagno il P. Francesco de Vico, nato a Macerata nel 1805, e che divenne il direttore dell'Osservatorio nel 1838. Egli fece una nuova determinazione della latitudine dell'Osservatorio, ne determinò pure la longitudine, ma il suo lavoro più importante fu l'osservazione continuata dal 1837 al 1842 dei satelliti di Urano, con un piccolo cannocchiale, usando di un artifizio, mentre si credeva che non fossero visibili che col grande telescopio di Herschel. Determinò la durata di rotazione di Venere, scoprì diverse comete, fra le quali la periodica del 1844, che prese il suo nome. Gli avvenimenti politici del 1848 lo costrinsero ad abbandonare l'Italia e morì a Londra nel novembre dello stesso anno.

Gli successe nel 1849 il P. Angelo Secchi, che fu coadiuvato nel migliorare le condizioni dell'Osservatorio, sia riguardo agli strumenti che ai locali, dalla generosità del P. Paolo Rosa De-Conti e di Pio IX.

Il Secchi si diede tutt'anima all'astronomia fisica, che ebbe culla in Italia, e divenne ben presto astronomo fra i più celebri. Fece studi sulle stelle doppie, sulle nebulose planetarie, fu dei primi ad estendere lo studio spettroscopico alle stelle, nel

Digitized by Google

qual campo egli lasciò memorie originali, che resero il suo nome immortale. Le scoperte importanti del Secchi sugli spettri delle stelle sono pubblicate in un libro che porta per titolo *Le stelle*, e così pure egli è autore di un'opera grandiosa intitolata *Il Sole*, che è stata pubblicata in lingua francese.

Gli avvenimenti politici del 1870 fecero passare l'Osservatorio del Collegio Romano sotto il Governo d'Italia, e al P. Secchi, morto nel 1878, successe il professore Pietro Tacchini, nato a Modena nel 1838, già astronomo nell'Osservatorio di Palermo. Il Tacchini continuò a Roma il suo studio appassionato sulle macchie solari. Fu posto a capo dell'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica, e diresse con energia ed attività i lavori della Meteorologia e dell'Astronomia in Italia. Il suo nome è già noto nel mondo degli scienziati; fece parte di parecchie spedizioni scientifiche, e le sue memorie gli dànno un posto fra i più eminenti astronomi. Ritiratosi nel 1902 a vita privata, morì nel 1905 e gli successe il professore Elia Millosevich, nato a Venezia e per vari anni coadiutore valente del Tacchini come astronomo aggiunto. Il Millosevich, oltre al merito di essersi fatto da sè, giacchè terminati gli studi liceali per condizioni familiari aveva dovuto prendere la carriera di impiegato postale, è instancabile osservatore e lavoratore. Egli pubblicò due cataloghi stellari colla collaborazione dei dottori V. Cerulli e D. Peira, scoprì due pianetini *Josephina* ed *Unitas*, pubblicò una effemeride del pianeta Eros, calcolò varie orbite di asteroidi e comete, e diede alla luce molte memorie su importanti questioni astronomiche.

16. **Osservatorio di Roma** (Campidoglio). — È stato fondato verso il 1827 da Feliciano Scalpellini in un angolo del palazzo senatoriale del Campidoglio. Lo Scalpellini era professore di fisica e poco si dedicò all'astronomia; egli osservò qualche eclisse di Sole e di Luna.

Gli successe Ignazio Calandrelli, nato a Roma nel 1792: questi si può chiamare il vero fondatore dell'attuale Osservatorio Reale del Campidoglio.

La torre orientale del palazzo del Campidoglio, che serve al giorno d'oggi di base all'Osservatorio, è stata fatta costruire da papa Nicola V nel 1450 circa. I muri di questa torre sono di uno spessore di quattro metri, e s'innalzano fino a 38 m. circa sopra il suolo, formando alla loro sommità un quadrato di circa undici metri di lato. Su questa superficie sono disposti i gabinetti astronomici.

Il Calandrelli determinò nel 1855 la latitudine dell'Osservatorio, pubblicò un catalogo di alcune stelle, e fece ricerche minuziose sulle refrazioni a una piccola altezza dall'orizzonte. Egli morì nel 1866, e gli successe il professore Lorenzo Respighi, nato a Cortemaggiore, provincia di Piacenza, nel 1824.

Il Respighi determinò di nuovo la latitudine, diede la spiegazione la più completa, che si conosca, sulla scintillazione delle stelle, studiò la costituzione fisica del Sole e ne propose una nuova teoria, e fu il primo a stabilire che le protuberanze, le macchie, le facule solari sono manifestazioni successive e diverse d'una stessa forza. Osservò la eclisse totale di Sole del 12 dic. 1871 nell'Indostan, e fece un catalogo di stelle per uso degli ufficiali dello Stato Maggiore italiano nelle loro operazioni geodetiche. Morto il Respighi nel 1889 gli successe il prof. Alfonso Di Legge, il quale continua a mantenere la fama di uno degli osservatori italiani più favorevolmente noti.

17. **Osservatorio di Arcetri** (Firenze). — La fondazione dell'Osservatorio di Firenze rimonta all'anno 1774 circa, sotto Leopoldo d'Austria, gran duca di Toscana. L'abate Fontana ebbe in allora l'incarico di provvedere gli istrumenti e il direttore dell'Osservatorio non fu nominato che nel 1807 dalla regina Maria Luigia, nella persona di Domenico De-Vecchi. L'Osservatorio era situato all'angolo nord-est dell'edificio, dove erano riunite le collezioni del Museo, in quel tempo Imperiale, di fisica e storia naturale, nelle adiacenze del palazzo Pitti.

Il De-Vecchi determinò dapprima la posizione geografica dell'Osservatorio, e fece alcune operazioni per determinare la posizione di alquante stelle.

Morì nel 1829 e gli successe Pons, nato a Peyre (Delfinato) nel 1761. Il suo nome è celebre specialmente per le numerose comete scoperte: egli ne scoperse 45. Morì nel 1831 ed ebbe a successore Gio. Batt. Amici, nato a Modena nel 1786, e già noto per le sue memorie sulla microscopia e per l'invenzione di parecchi strumenti ottici.

Il primo strumento da lui costruito fu un telescopio del genere di quelli di Herschel, per il quale ottenne nel 1811 dall'Istituto Reale di Milano una grande medaglia. Immaginò pure il microscopio catadiottrico, col quale fece i suoi belli studi sui movimenti dei pianeti, e il micrometro oculare, che serve per misurare il diametro del Sole o dei pianeti, e per osservare la distanza delle stelle doppie.

L'Amici morì nel 1864 e gli successe G. B. Donati, nato a Pisa nel 1826. Osservatore assiduo, scoprì diverse comete, fra cui la splendida del 1858-59 e d'alcune di esse calcolò le orbite; riprese e sviluppò su larga scala gli studi sugli spettri stellari.

L'Osservatorio di Firenze era stato riconosciuto dal Donati e dai suoi predecessori poco atto ad osservazioni di precisione per molte cause; e pur troppo in Italia non è il solo.

Egli propose il trasloco sulla collina di Arcetri, in vicinanza dell'antica dimora di Galilei. L'Osservatorio cominciato sui disegni del Donati nel 1869 per il concorso del Municipio, della Provincia, del Governo fu inaugurato nell'ottobre del 1872.

Il nuovo Osservatorio, da cui si domina tutta la campagna di Firenze, ha la forma di un fab-

ISTITUTO DI GEOGRAFIA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA
Digitized by Google

bricato rettangolare di 50 metri di lunghezza sopra 10 di larghezza; all'estremità est ed ovest termina con due chioschi destinati a ricevere istrumenti parallatici. Nel centro si eleva, dominando il peristilio d'entrata, una vasta cupola cilindrica a tetto girante (vedi tav. XXXVI).

Il Donati non aveva ancora compiuta l'opera sua importante, e nel settembre del 1873, vittima immatura di cholera del quale aveva preso i germi in un viaggio a Vienna, fatto per rappresentare l'Italia al Congresso Meteorologico, spirava ad Arcetri.

Gli successe Guglielmo Tempel, nato nel 1821, ben noto per le numerose sue scoperte di comete e di pianeti fatte a Venezia, a Marsiglia, a Milano, e per i famosi suoi disegni sulle nebulose.

Morto il Tempel nel 1889, compiuto nel 1892 il ristauro dell'edificio, trasformatavi la grande sala meridiana, veniva nel 1894 chiamato da Padova a dirigere il nuovo Osservatorio, l'astronomo Antonio Abetti, nato nel 1854 a Gorizia.

Egli, con mano vigorosa, riparati e messi a posto gli strumenti già esistenti, iniziò tosto osservazioni importanti sui pianetini, sulle comete e sulle stelle. L'Abetti è uno degli osservatori più diligenti ed instancabili ed uno dei più esperti calcolatori.

18. **Osservatorio di Bologna**. — La torre, sulla quale è situato l'Osservatorio, è stata cominciata nel 1712 per ordine del Senato, ma non fu terminata che nel 1725. Eustacchio Manfredi, nato a Bologna nel 1674, ne fu il primo direttore. Egli aveva anche un piccolo osservatorio nella sua casa, dove col mezzo di qualche strumento studiava il corso degli astri, ajutato in questo da due sue sorelle, Teresa e Maddalena, e da qualche amico.

Questa riunione formava, dicono i biografi, una specie di accademia astronomica, e i suoi lavori si trovano in gran parte esposti in un'opera intitolata « L'Astronomia per le signore » pubblicata nel 1703. Questa comitiva studiò in comune la grande macchia solare del 1703, e scoprì la cometa del Capricorno (1707).

Manfredi pubblicò le celebri effemeridi di Bologna, che, oltre ad altri elementi astronomici, doveano annunziare le eclissi dal 1715 al 1725 per i diversi luoghi di Europa; queste effemeridi continuarono fino al 1836 per opera degli astronomi bolognesi.

Morì nel 1739, e gli successe il suo allievo Eustacchio Zanotti, nato a Bologna nel 1709. Questi scoprì una cometa e ne calcolò l'orbita con un metodo trigonometrico di sua invenzione, rinnovò nel 1776 la meridiana del tempio di S. Petronio, e fu giudicato uno dei più abili astronomi della sua epoca.

Morì all'Osservatorio nel 1782, e gli successe Petronio Mateucci, che, avendo poca salute, potè poco occuparsi di osservazioni, e morì nel 1800.

Gli successe l'abate Saladini, che durò in carica pochi giorni, perchè fu nominato professore nel 1801 delle matematiche superiori, ed ebbe per successore G. B. Guglielmini, che alla fine del 1802 lasciò pure la cattedra di astronomia, e morì a Bologna nel 1817.

Gli successe Lodovico Ciccolini, nato a Macerata nel 1767, che lasciò l'Osservatorio nel 1815 poi Pietro Catturegli, nato a Bologna verso i 1772 che morì nel 1833.

Vi fu un interregno, nel quale l'Osservatorio era nelle mani di due astronomi aggiunti, Bertelli e Ceschi, che poco produssero nel campo astronomico. Intanto l'Osservatorio era decaduto dal posto eminente in cui era stato messo, per causa appunto di questi continui cambiamenti del personale dirigente.

Il governo papale per rialzarlo dovette inviare da Roma nel 1845 un astronomo nella persona di Ignazio Calandrelli, nipote di quel Calandrelli, che abbiamo visto astronomo nel Collegio Romano.

La sua prima cura fu di mettere in buono stato di servizio gli strumenti antichi, che erano stati danneggiati dall'uragano del 31 luglio 1834, e in questa occasione riconobbe che alcuni di essi non avevano una esattezza sufficiente, però li abbandonò, e coi mezzi del Governo ne provvide di nuovi. La dimora di Ignazio a Bologna fu breve, perchè il Papa nel 1848 lo richiamò a Roma.

Gli successe Respighi, che abbiamo trovato nell'Osservatorio del Campidoglio, uno dei più giovani e dei più brillanti allievi di Calandrelli. Il Respighi determinò di nuovo la latitudine, la quale era stata oggetto di lunghe discussioni da parte degli scienziati, fece pubblicazioni su argomenti teorici astronomici e meteorologici, osservò parecchie comete, e di quella del 1860 scrisse una interessante disertazione.

Respighi fu chiamato a Roma nel 1861 da Calandrelli, e gli successe Jacopo Michez, allievo di Santini. Il Michez nulla fece di interessante e morì a Bologna nel 1874. Gli successe Alessandro Palagi, che fece osservazioni meteorologiche e nel 1876 ebbe il posto di direttore Antonio Saporetti, che poco si occupò di astronomia e morì nel 1900. Al Saporetti successe il prof. Michele Rajna attuale direttore, il quale intende di trasportare l'Osservatorio in luogo più adatto per le osservazioni.

19. **Osservatorio di Napoli**. — L'Osservatorio, situato a Capodimonte, è stato fondato nel 1812 da Murat, allora re di Napoli, ad istanza di Federico Zuccari, stimato astronomo di quei tempi. È uno dei più splendidi fabbricati di questo genere, costruito sulla collina Miradois, collocata fra la punta di Posillipo e la Terra di Lavoro, ad un'altezza di 150 metri sul livello del mare, domina la città offrendo una delle più splendide vedute. Sulla porta d'ingresso a sud si legge:

FERDINANDUS I
Astronomiae Incremento
Anno MDCCCXIX

Digitized by Google

L'insieme dell'edificio monumentale è circondato da un vasto giardino, che assicura il suo isolamento e racchiude la dimora degli astronomi.

L'Osservatorio di Napoli, quantunque costruito al principio del passato secolo, pure è conforme alle esigenze dell'Astronomia moderna e singolarmente adatto alle osservazioni di precisione, che si devono fare in un osservatorio di primo ordine.

Nel 1815 Ferdinando IV chiamò a dirigere l'Osservatorio il celebre Piazzi, al quale successe nel 1818 Carlo Brioschi, nato nel 1782. Era calcolatore profondo e nei *Commentari astronomici della specola Reale di Napoli* pubblicati nel 1824-1826 si trovano i suoi studi sui circoli ripetitori di Reichenbach, che possiede l'Osservatorio. Determinò pure la latitudine e la longitudine, la parallasse di alcune stelle e del Sole. Aveva apparecchiato il materiale per la pubblicazione di un catalogo di stelle, ma la morte lo rapì nel 1833.

Gli successe Ernesto Capocci, il quale si dedicò specialmente alle ricerche teoriche e morì nel 1864.

A suo successore fu chiamato A. De-Gasparis, nato nel 1819, nelle montagne degli Abruzzi. Questi scoprì molti pianetini e pubblicò diverse memorie sul modo di calcolare le orbite, studiò le stelle doppie e con un metodo suo speciale determinò le orbite di alcune di esse.

Morì nel 1892 e gli successe il professore Emanuele Fergola nato a Napoli nel 1830. Egli determinò la differenza di longitudine fra Roma e Napoli e fra Napoli e Palermo, e una nuova latitudine dell'Osservatorio, pubblicò memorie sulle stelle doppie e sulle variazioni della latitudine in causa dello spostamento dell'asse della Terra.

Con A. De-Gasparis e con E. Fergola, scrive il Celoria, la specola di Napoli risalì a quella fama a cui C. Brioschi e i collaboratori suoi già portata l'avevano; essi seppero conservarle il carattere di specola destinata all'astronomia di precisione, e corredarla di nuovi strumenti, se non di gran portata, certo di squisito lavoro.

Ritiratosi il Fergola alcuni anni fa, l'Osservatorio è senza titolare.

20. **Osservatorio di Palermo**. — I Siciliani si vantano a ragione di essere stati, fra i popoli italiani, i primi a coltivare lo studio dell'Astronomia. Però nei tempi antichi gli astronomi di Sicilia non avevano osservatorî fissi, ed è stato riservato l'onore di fondare il primo osservatorio in Sicilia al R. P. Piazzi, nato a Ponte, nella Valtellina, nel 1746. G. Piazzi aveva collocato l'Osservatorio sulla vecchia torre del palazzo reale, torre rettangolare, di costruzione araba e di grande solidità, la più alta di Palermo, con ampia terrazza, dalla quale l'occhio spazia in un vasto orizzonte quasi del tutto libero.

Fra i tanti lavori del Piazzi va ricordato un catalogo di stelle, per il quale ebbe la medaglia, che Lalande fondò per i lavori astronomici più utili. Una ristampa poi del catalogo corretta e rifatta nel 1814, che gli costò l'opera di 22 anni di sforzi incessanti, gli valse il grande premio di astronomia dell'Istituto di Francia. Egli scoprì il 1.° gennaio 1801 il primo pianetino fra Marte e Giove, che chiamò Cerere. Il re Ferdinando diede l'ordine di coniare una medaglia in memoria di questa scoperta, e fece tenere una pensione di 200 oncie al Piazzi. La medaglia però non fu coniata, e il prezzo della spesa fu invece derogato alla compera di un piccolo equatoriale.

Piazzi tracciò anche una grande meridiana nella cattedrale di Palermo; i lavori del Piazzi sono contraddistinti da una esattezza caratteristica. Nel 1814 fu incaricato di introdurre nel regno di Napoli il sistema metrico, e nel 1817 ebbe l'incarico, come abbiamo visto, di dirigere i lavori di costruzione dell'Osservatorio di Capodimonte. Morì a Napoli nel 1826.

Gli successe Nicolò Cacciatore, nato a Castelltermini nel 1780. Collaborò col Piazzi nei cataloghi di stelle, e calcolò l'orbita della cometa del 1807. Intanto avvenne la rivoluzione del 20. Il palazzo reale e l'Osservatorio furono assaliti dalla folla, le carte furono disperse ed in parte bruciate, e non fu che a rischio della sua vita dopo essere stato chiuso in prigione, che il Cacciatore potè salvare l'Osservatorio da una distruzione completa. Morì nel 1841.

Gli successe il figlio Gaetano, nato a Palermo nel 1814, il quale visse in tempi difficili e potè dedicarsi poco allo studio dell'astronomia, tanto più che il Governo delle Due Sicilie punto si curava in allora degli studi astronomici. Nel 1848 il Cacciatore prese parte alla rivoluzione, e sottoscrisse, come deputato al Parlamento, il decreto che scacciava i Borboni. Al loro ritorno fu obbligato ad allontanarsi da Palermo.

Nel 1850 fu nominato direttore Domenico Ragona, nato a Palermo nel 1820. Il Ragona a spese del re Ferdinando andò negli Osservatori di Vienna e di Berlino ed ebbe campo di fare relazione e di lavorare nel primo con Littrow, e nel secondo con Encke. I suoi lavori sono pubblicati nel *Giornale astronomico e meteorologico del R. Osservatorio di Palermo*, 1855-1860. Il Ragona andò poi professore alla Università di Modena e direttore dell'Osservatorio meteorologico di quella città e morì nel 1892.

La rivoluzione del 1860 ricondusse Gaetano Cacciatore all'Osservatorio, e sua prima cura fu di installare un nuovo equatoriale di Merz dopo aver terminata la cupola. Egli creò una pubblicazione periodica intitolata *Bollettino meteorologico del R. Osservatorio di Palermo*, che fino al 1872 conteneva molte memorie puramente astronomiche. Morì a Palermo nel 1889.

Gli successe il Tacchini, che fino dai primi suoi anni di professione si dedicò alla spettroscopia e studiò con grande risultato il numero e la periodicità delle macchie solari, le loro relazioni coi fenomeni del magnetismo terrestre. Egli, in-

Digitized by Google

sieme al Secchi, fu il fondatore della Società degli spettroscopisti italiani, e nelle memorie di questa società si trovano i lavori ormai classici del Tacchini, sulla costituzione fisica delle macchie solari. Il Tacchini passò poi, come abbiamo veduto, all'Osservatorio di Roma. Al presente dirige l'Osservatorio di Palermo il professore Angelliti Filippo, nato ad Aielli (Aquila) nel 1856, noto già pei suoi lavori dell'astronomia in Dante.

21. **Osservatorii di Catania e dell'Etna.** — Il Tacchini persuaso dell'eccellenza del clima di Sicilia per le osservazioni astronomiche, tanto fece e destreggiar seppe, che riuscì a dotare in pochi anni l'isola di due nuovi Osservatorî, uno a Catania, l'altro sull'Etna. Le due specole, scrive il Celoria, delle quali l'etnea va considerata come stazione succursale e temporanea della catanese, entrarono in azione sullo scorcio del 1890 e furono ambedue affidate alla direzione del professore Annibale Riccò, nato a Modena nel 1844.

Sull'Etna v'è una montatura parallatica per un eccellente cannocchiale di Merz con cm. 34 di apertura e m. 5,57 di distanza focale; a Catania una montatura di identica costruzione, destinata ad un cannocchiale di uguali dimensioni, venne posta sotto una cupola emisferica di analogo disegno; lo stesso obbiettivo di Merz passa dall'uno all'altro strumento, a seconda delle stagioni e dei programmi di ricerca adottati.

Con questo strumento ed altri l'Osservatorio etneo si propone ricerche di astrofisica, il catanese di astrofisica e di fotografia celeste: a Catania si fecero inoltre impianti per osservazioni di meteorologia e di sismologia, e questi impianti diversi destinati a strumenti o astronomici, o meteorologici, o sismici sono l'uno dal l'altro staccati e posti in locali diversi dell'ex convento dei Cappuccini, o in padiglioni appositamente eretti nel giardino annesso.

22. **Osservatorio del Vaticano.** — La Specola fu fondata dal S. P. Leone XIII nel 1879, meglio si direbbe ristaurata, perchè la fondazione data dal secolo XVI; ma soltanto nel 1888 il pontefice decretò che si riprendessero nell'antica e celebre Torre Gregoriana (Torre dei Venti) nuovi studi e nuove ricerche di astronomia, di meteorologia, di fisica terrestre. Leone XIII chiamò alla direzione dell'Osservatorio il padre barnabita Francesco Denza, nato a Napoli nel 1834 e noto pei suoi lavori di meteorologia e di fisica terrestre. Il Denza, persuaso che la Torre dei Venti era troppo vicina alla cupola di S. Pietro e troppo circondata da fabbricati, ottenne che si potesse occupare per le volute ricerche le grande torre, la quale trovasi sulla vetta del colle Vaticano, sulle mura che chiudono il giardino, la quale per la sua vastità, robustezza e posizione si prestava egregiamente a ricevere, oltre agli strumenti di fisica terrestre, anche gli astronomici. Questa torre, detta Leonina, dista oltre 400 metri dall'altra torre Gregoriana, e le due torri insieme unite venivano a costituire la Specola Vaticana. Nel 1904 si è aggiunta la Torre Pio X col villino del papa, ed è stata abbandonata la Torre Gregoriana. Nella torre Leonina si trova un equatoriale astrografico per la carta del cielo, e in quella Pio X un refrattore di 40 cm. di diametro di recente acquisto. L'Osservatorio possiede inoltre un equatoriale di Merz, uno strumento dei passaggi, un fotoeliografo, dei micrometri per le lastre fotografiche, pendoli e cronometri.

Morto il P. Denza nel 1894, gli successe il P. Angelo Rodriguez de Preda, che si occupò massimamente della carta celeste e pubblicò il primo volume del Catalogo fotografico di stelle. Questo volume contiene le coordinate rettilinee di 20.133 stelle misurate sulle lastre fotografiche e le costanti relative ad ogni lastra per passare alle coordinate astronomiche. Il padre Rodriguez fu coadiuvato dal P. Giuseppe Lais e dall'ingegnere Federico Mannucci, i quali pubblicano i loro pregiati lavori nelle Memorie della Specola Vaticana. Al P. Rodriguez successe nel 1907 l'illustre P. Hagen, il quale oltre alla continuazione della Carta Celeste si dedica allo studio delle variabili e presto darà alle stampe un suo lavoro sulla storia, letteratura, metodi di osservazione, metodi di calcolo, ecc., di queste stelle. Come pure nella seconda parte di questo lavoro il P. Stein, suo assistente, raccoglierà e discuterà tutte le teorie fisiche escogitate fino ad oggi dagli astronomi per spiegare i fenomeni delle variabili. Il P. Hagen inoltre ha presentato al Congresso Astronomico di Breslavia, tenuto nel 1910, due nuove prove di dimostrazione della rotazione della Terra.

23. Abbiamo infine gli Osservatorî stranieri di Greenwich presso Londra, di Parigi, di Nizza, di Pulkova presso Pietroburgo, di Potsdam presso Berlino, di Vienna, tutti di primo ordine; poi gli Osservatori americani di primissimo ordine: quello di Lick in California, quello di e Yerkes e quello di monte Wilson, che meritano di essere descritti.

L'Osservatorio di Lick è celebre per tutti i servizî, che ha reso già alla scienza e per le numerose scoperte astronomiche di cui è stato la culla; di più è il tipo di una istituzione completa provvista di tutti i suoi organi e funzionante con regolarità. Esso è stato fondato nel 1879 col concorso di 700000 dollari (3500000 lire italiane) lasciati in legato all'Università di California dal Signor James Lick, ricco abitante di S. Francisco, sepolto sotto il pilastro dello strumento principale (cimitero singolare anche per un amatore di astronomia). E qua ci sia permesso di aprire una parentesi per deplorare ancora una volta come in Italia i mecenati della scienza non esistano. Non si pretenderebbe che assomigliassero agli americani, ma i maggiori

Digitized by Google

censiti potrebbero pure fare qualche cosa. Un unico esempio si ha in Italia di un ricco signore, il quale spende i suoi denari per i progressi dell'astronomia, e questi è il Dr. Cerulli di Teramo, che ha fatto costruire, come abbiamo visto, un osservatorio a Collurania presso Teramo e lo ha dotato di un cannocchiale, che è il secondo per amplificazione che si abbia in Italia. Il nome del Cerulli ormai è famoso per le sue scoperte nel campo astronomico. Ma torniamo a bomba.

L'Osservatorio di Lick, posto sul monte Hamilton, a 1400 metri circa di altezza, di accesso assai difficile, dista di 133 km. da S. Francisco. Il più grande cannocchiale, che possiede, ha una lente obbiettiva, la quale misura m. 0,91 ed è lungo m. 17.36. Il pavimento della camera dove si trova questo cannocchiale è bucato al centro da un'apertura rettangolare per lasciar passare il pilastro che lo sostiene; s'innalza poi tutto intero automaticamente all'altezza che si desidera. Lo strumento è dotato di un movimento d'orologeria per seguire un astro nella sua corsa attraverso il cielo; questo movimento comporta tre velocità, una per le stelle, una per il Sole, una per la Luna. Vi sono altri strumenti, che qua non è il luogo di descrivere.

L'Osservatorio di Yerkes è in piena campagna, sulle rive di un piccolo lago e quasi al livello del mare, non dista che un'ora e mezza da Chicago ed di facile accesso. Come abbiamo detto precedentemente è stato fondato anch'esso dal ricco commerciante americano Yerkes. Abbiamo parlato pure del suo grande equatoriale, che è il più potente del mondo fino ad oggi costruito.

Il personale dell'Osservatorio di monte Wilson è una colonia di Yerkes, che si è emancipata, come molte colonie. Il direttore attuale professore Hale e la maggior parte dei suoi collaboratori hanno, infatti, dapprima lavorato a Yerkes durante parecchi anni e poi sono andati a fondare non lungi dalla costa del Pacifico e grazia alla munificenza del signor Carnegie, questo superbo stabilimento dedicato più specialmente alla fisica solare.

La posizione del Monte Wilson fu scelta con cura a 1800 metri di altezza sopra una montagna vicina di Pasadena e di Los Angeles, vi si giunge comodamente in quattro o cinque ore di cavallo o col mulo; ultimamente si è fatta una strada carrozzabile.

A piedi della montagna, a Pasadena, si trovano i laboratori, il servizio delle misure, l'ufizio dei calcoli ed anche le abitazioni degli astronomi, i quali lavorano per turno una settimana su quattro all'Osservatorio.

Abbiamo già descritto il telescopio a torre, che si trova in questo Osservatorio, ed accennato al telescopio, che ha uno specchio del diametro di m. 1,52.

Abbiamo infine gli osservatorii meteorologici del monte Rosa, del Cimone e del monte Bianco. Attualmente sul monte Rosa vi sono quattro osservatorii; uno ad Alagna Valsesia alto 1200 metri, un secondo sul colle di Valdobbia a 2548 m., un terzo a Col d'Olen a 3000 m., l'ultimo alla capanna « Regina Margherita » a 4560 m. Il più importante di tutti per la sua elevata posizione è quest'ultimo situato sulla sommità della *Signalkuppe* o Punta Gnifetti, una delle cime più elevate del gruppo del monte Rosa. La capanna « Margherita » comprende: due camere per i turisti, due per le ricerche scientifiche, delle quali una per le ricerche di fisiologia, un laboratorio per le riparazioni, una camera per gli strumenti meteorologici, poi la terrazza per le osservazioni all'aperto.

Dalle osservazioni che si sono fatte per mezzo di strumenti registratori si sono potuti stabilire i caratteri del clima del monte Rosa. Durante l'estate la temperatura dell'aria alla sommità è spesso inferiore a due gradi sotto zero e quasi mai superiore a zero gradi, non esiste quindi acqua allo stato liquido e per procurarsene bisogna fondere la neve al fuoco. La temperatura d'inverno nell'interno dell'osservatorio è scesa a 39° sotto zero. La pressione atmosferica media è di 435 mm., ne segue che la temperatura di ebollizione dell'acqua è di 85 gradi, quindi non è possibile cuocere bene gli alimenti se non si ha a propria disposizione una pentola di Papin. Durante le tempeste la velocità del vento raggiunge i cento km. all'ora. La umidità è pochissima e molto variabile. La neve e le nebbie sono molto frequenti. Il tempo è variabilissimo; si passa da un momento all'altro dal bello al brutto, le giornate perfettamente belle sono rarissime.

Degli osservatorii del Cimone e del monte Bianco, dei quali troppo lungo sarebbe tessere la storia, noi ci accontentiamo di dare nelle ultime tavole le vedute, tanto più che il secondo è stato, nel 1910, sepolto sotto la neve.

Digitized by Google

Digitized by Google

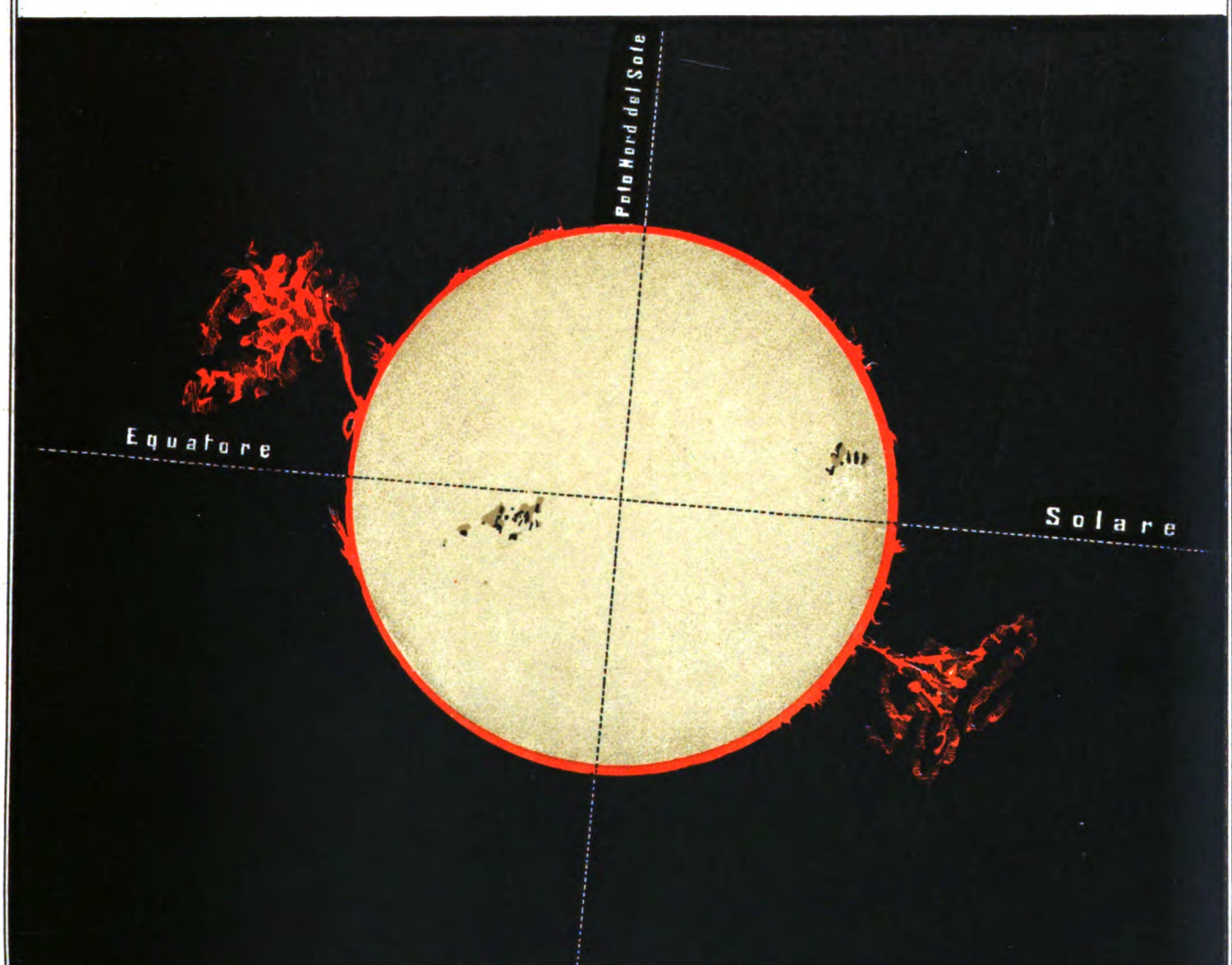
TAVOLE

Digitized by Google

Digitized by Google

Aspetto del Sole nei canocchiali durante una sua eclisse totale.

Sole macchie e facule secondo le fotografie di Rutherfurd.

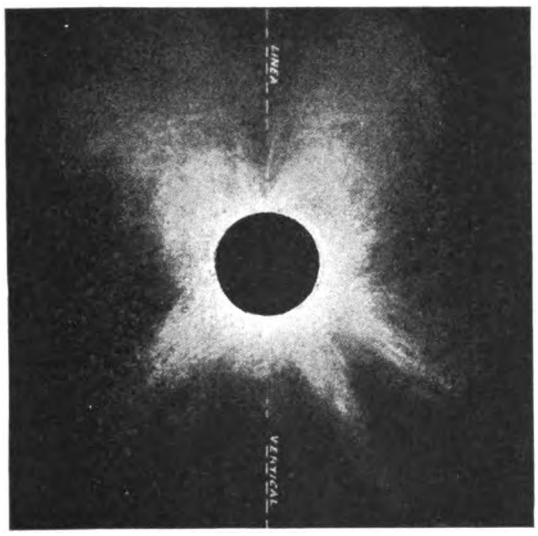


Aspetto del sole ii 26 Giugno 1885. Fiamme antipodiche di 460000 Kilometri in altezza.

Att. Astronomico Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO Proprietà Artistica

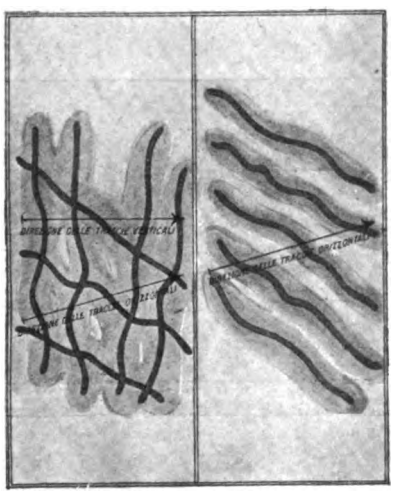
Digitized by Google

Digitized by Google



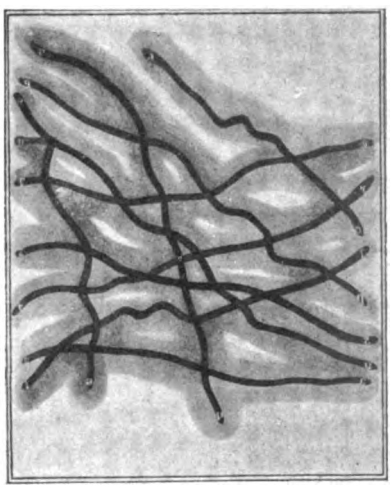
Disegno della corona solare
fatto cogli elementi presi ad occhio nudo.

Disegno della corona solare
ricavato da una fotografia.

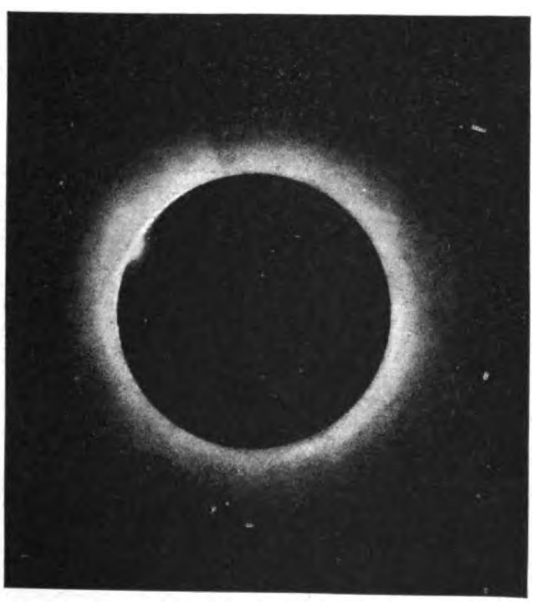


Ombre dell'eclissi.

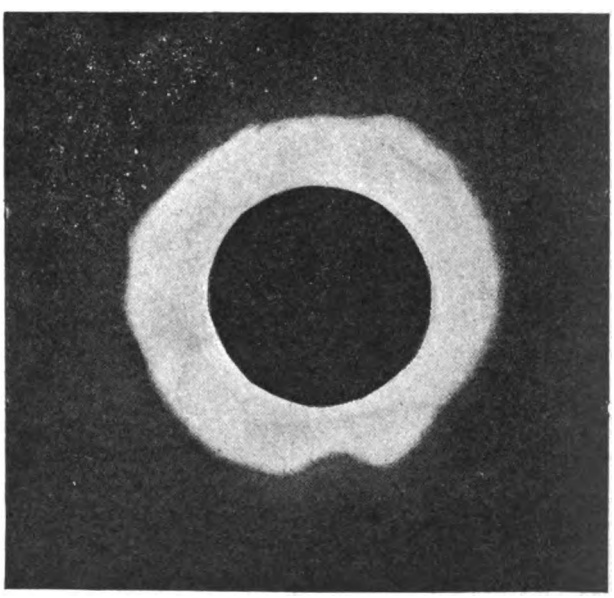
Disegno schematico degli inviluppi del Sole.
1. Nucleo; 2. Fotosfera; 3. Cromosfera; 4. Corona.



Ombre dell'eclissi.



Ecclisse totale del Sole del 30 agosto 1905.

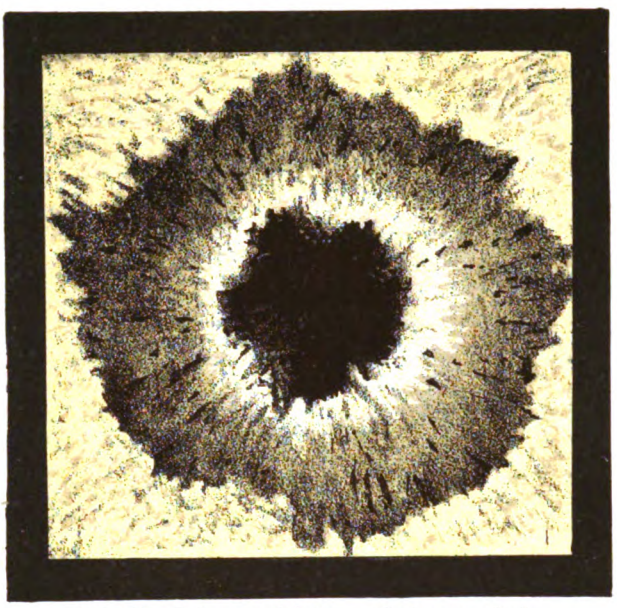


Ecclisse totale del Sole del 30 agosto 1905.

Digitized by Google

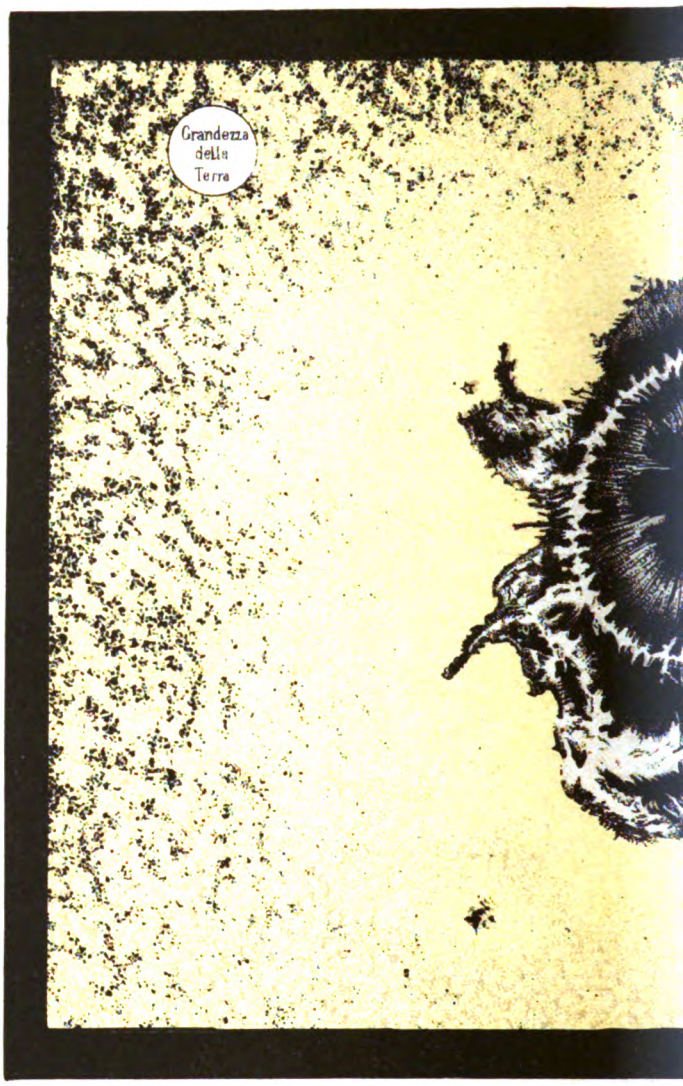
Digitized by Google

Digitized by Google

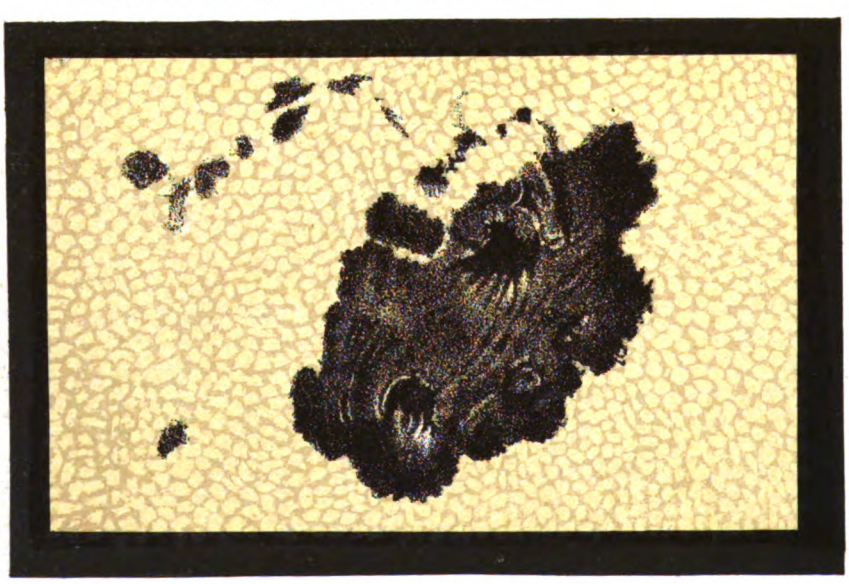


Macchia Solare regolare — Ombra centrale e penombra inviluppante.

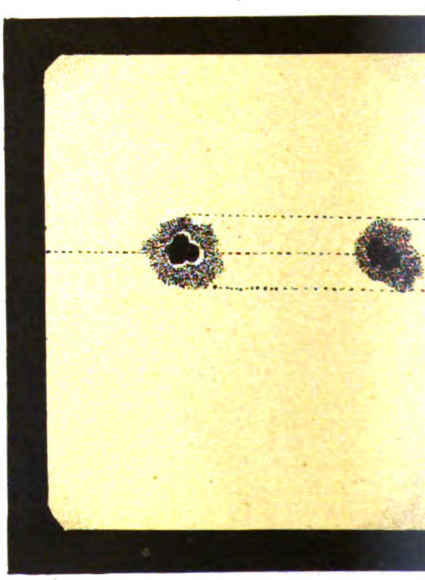
Macchia del 9 Aprile 1870, sec. il Secchi.



Una delle più grandi macchie sol
Il diametro è 7 volte quello della

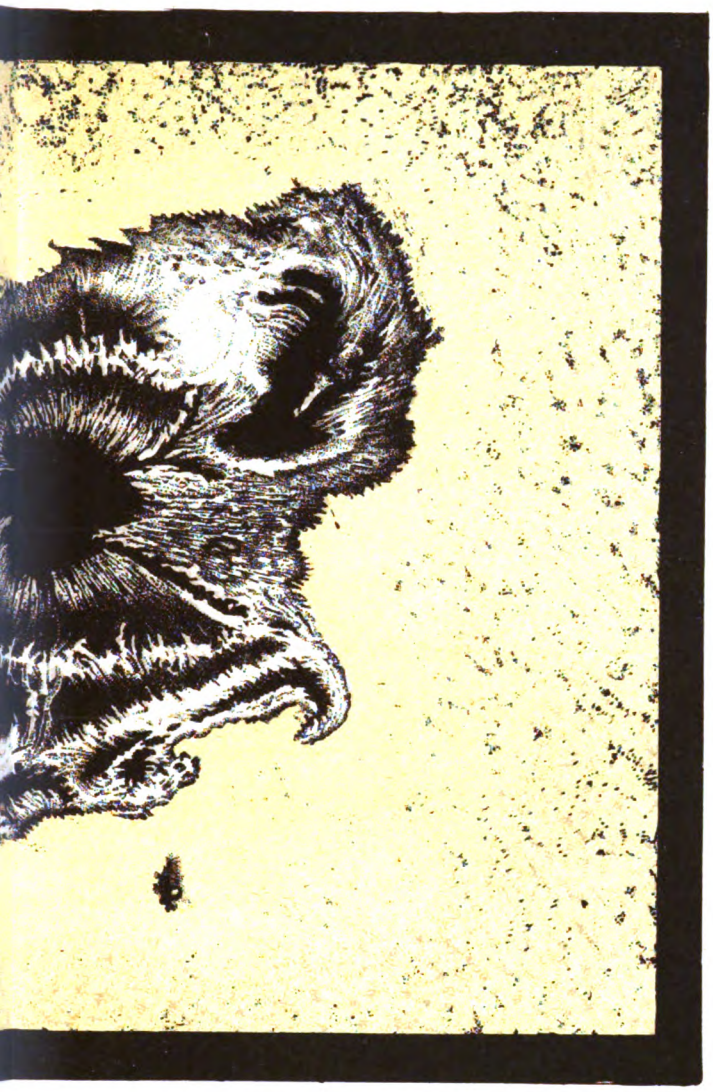


Grande macchia solare vista dal Lohse il 2 Luglio 1872.



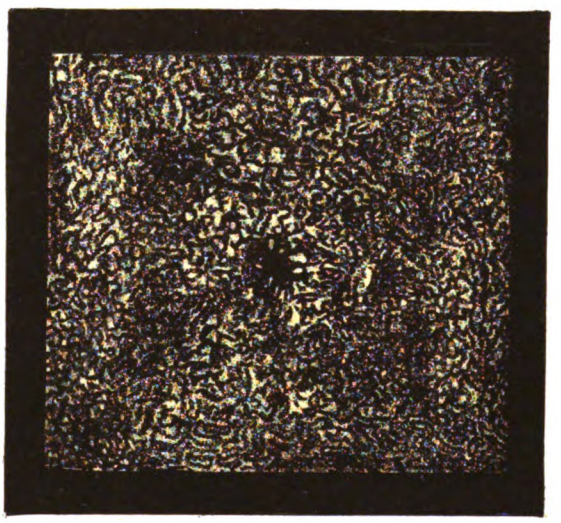
Apparente mutazione
mentre si sposta dal cen

Digitized by Google

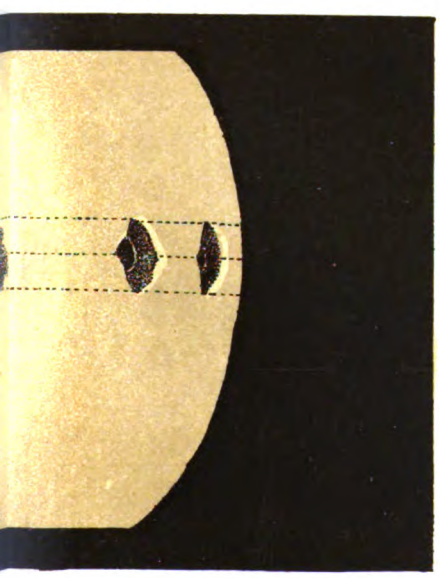


olari osservate (14 Ottobre 1883).
lla Terra. Disegno del Tacchini.

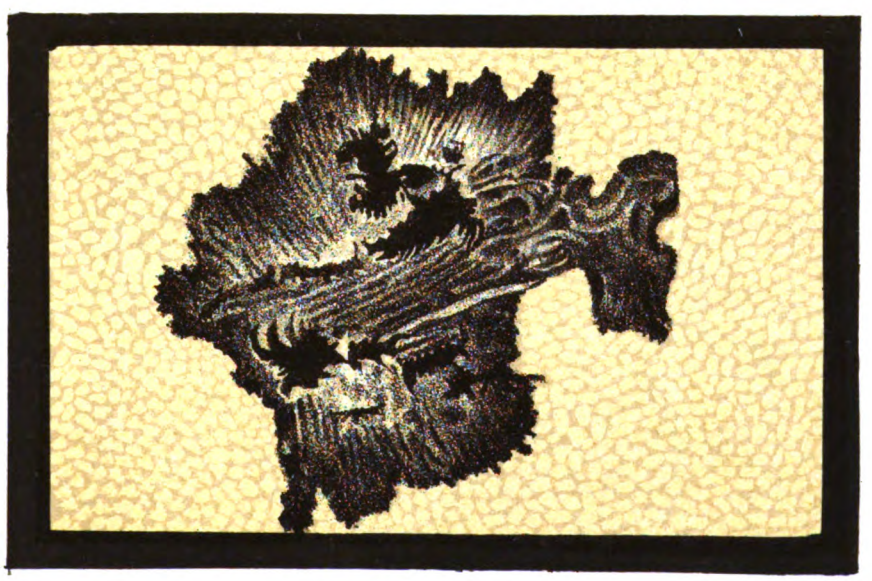
Macchia a spirale vista dal Secchi il 5 Maggio 1857.



Granulazioni e reticolato fotosferico.



di forma in una macchia
ntro all'orlo del disco solare.



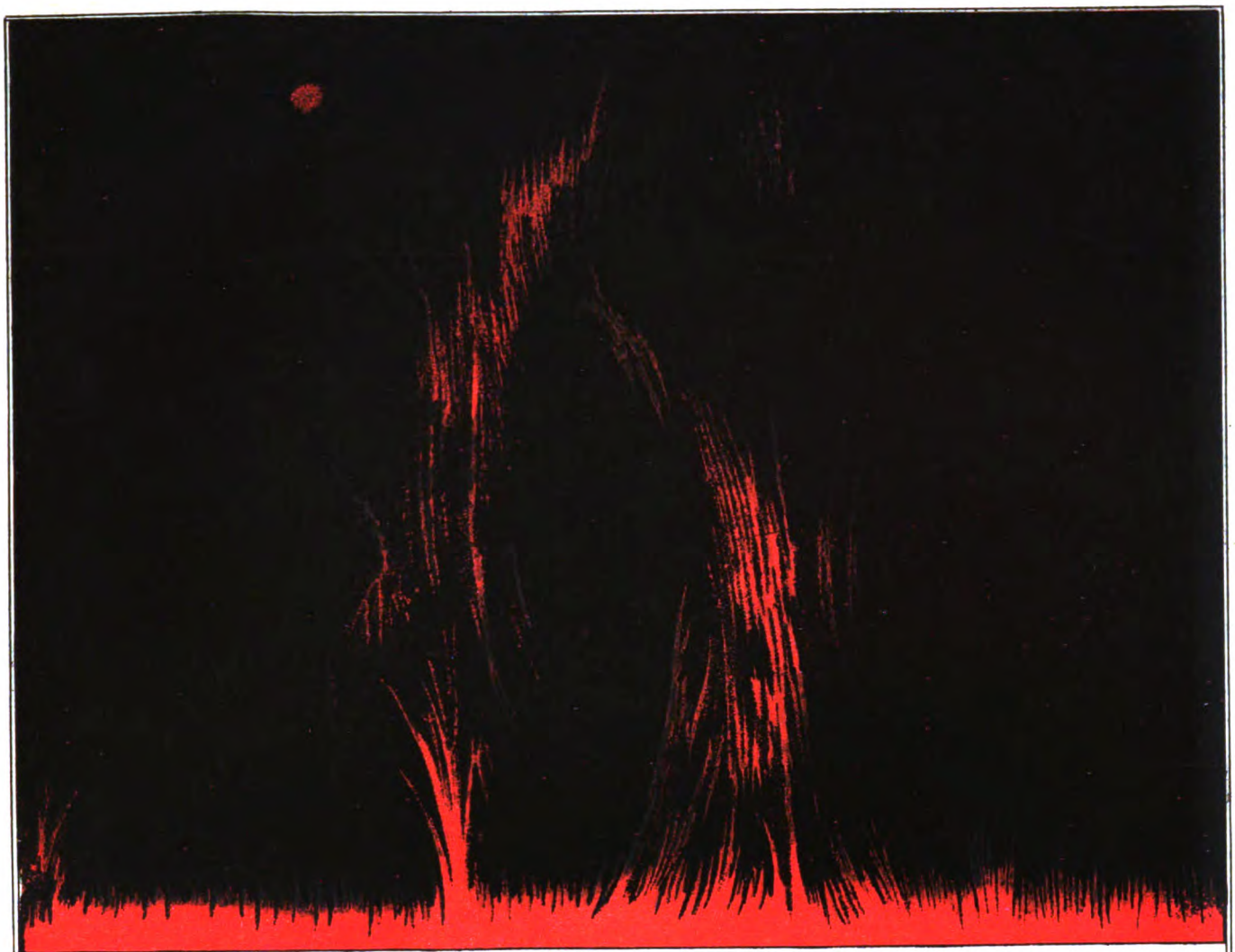
La macchia solare del 2 Luglio vista dal Lohse il 4 Luglio.

i d'Arti Grafiche - MILANO

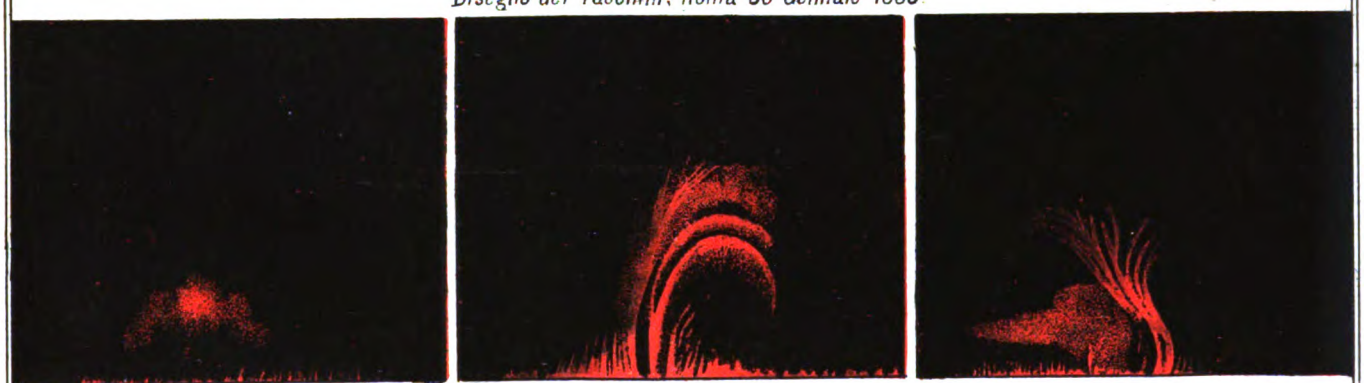
Proprietà Artistica

Digitized by Google

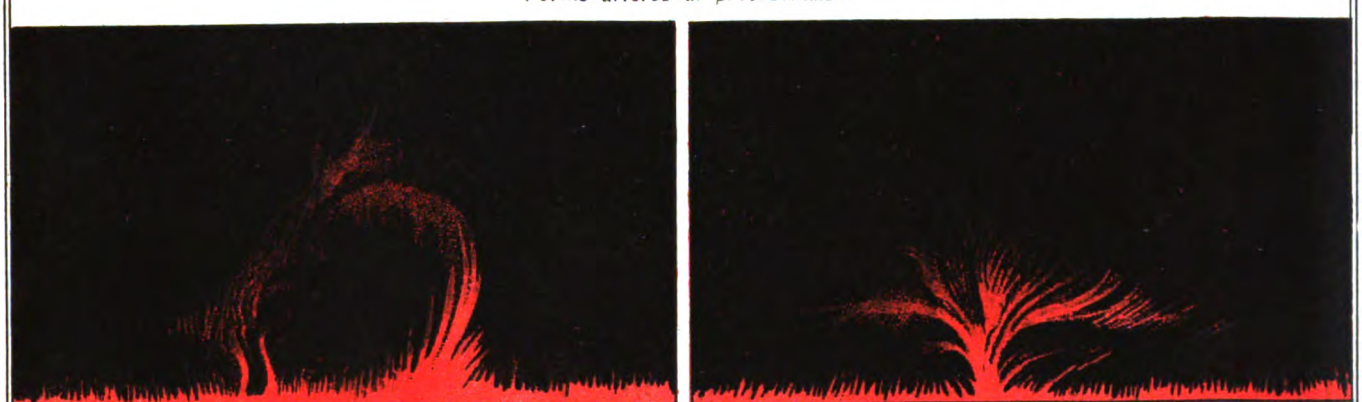
Digitized by Google



Fiamme solari di 228000 Kil d'altezza (18 volte più alte del diametro della Terra)
Disegno del Tacchini, Roma 30 Gennaio 1885



Forme diverse di protuberanze



Forme diverse di protuberanze

Atl. Astronomico Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Altezze di alcuni monti, crateri, picchi e di alcune catene lunari.

Curzio	8831	metri
Monti Leibnitz	7610	»
Newton	6898	»
Ticone	6098	»
Catena del Caucaso	5570	»
Huygens	5560	»
Appennini	5500	»
Catarina	5313	»
Clavio	5015	»
Eudossio	4968	»
Teofilo	4917	»
Macrobio	4679	»
Eratostene	4601	»
Copernico	4510	»
Maurolico	4504	»
Alpi	3620	»
Petavio	3613	»
Aristotile	3487	»
Riccioli	3436	»
Evelio	3255	»
Aristillo	3232	»
Alpetragio	3220	»
Atlante	3177	»
Arzachel	3099	»
Grimaldi	3097	»

Digitized by Google

Autolico	3033 metri
Platone	2801 »
Keplero	2799 »
Schikard	2764 »
Reinhold	2725 »
Plinio	2637 »
Timocharis	2545 »
Gassendi	2541 »
Agrippa	2422 »
Manilio	2333 »
Eulero	2226 »
Alfonso	2144 »
Aristarco	2091 »
Archimede	2081 »
Messier	2066 »
Posidonio	2042 »
Monti Carpazi	1940 »
Campano	1920 »

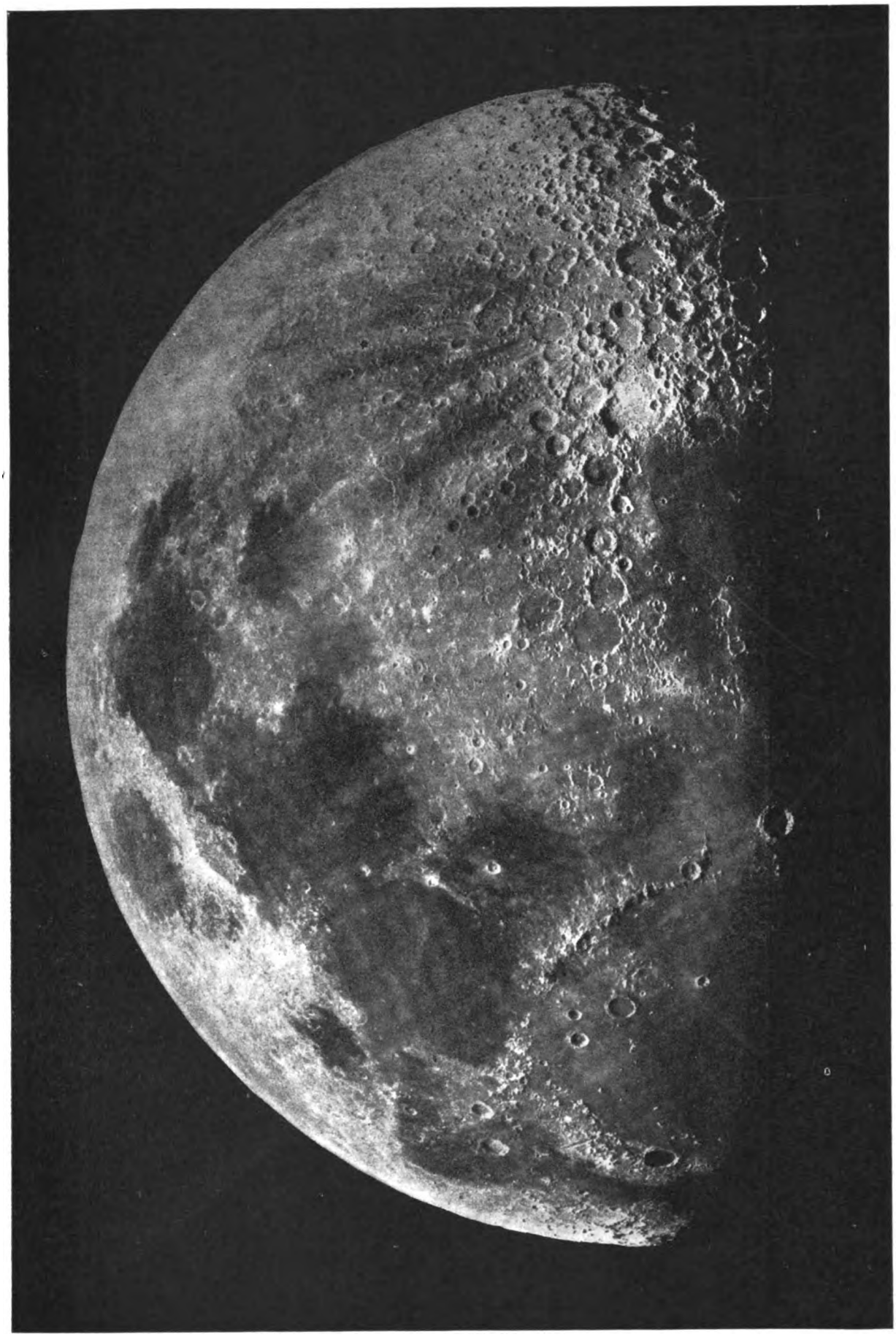
Superficie dei mari lunari.

Oceano delle Tempeste	1.300.000 kmq.
Mare della Fecondità	880 000 »
Mare delle Pioggie	770.000 »
Mare delle Nubi	140.000 »
Mare di Nettare	115.000 »
Mare di Humboldt	26.000 »

d'Arti Grafiche — Milano.

Proprietà artistica.
Digitized by Google

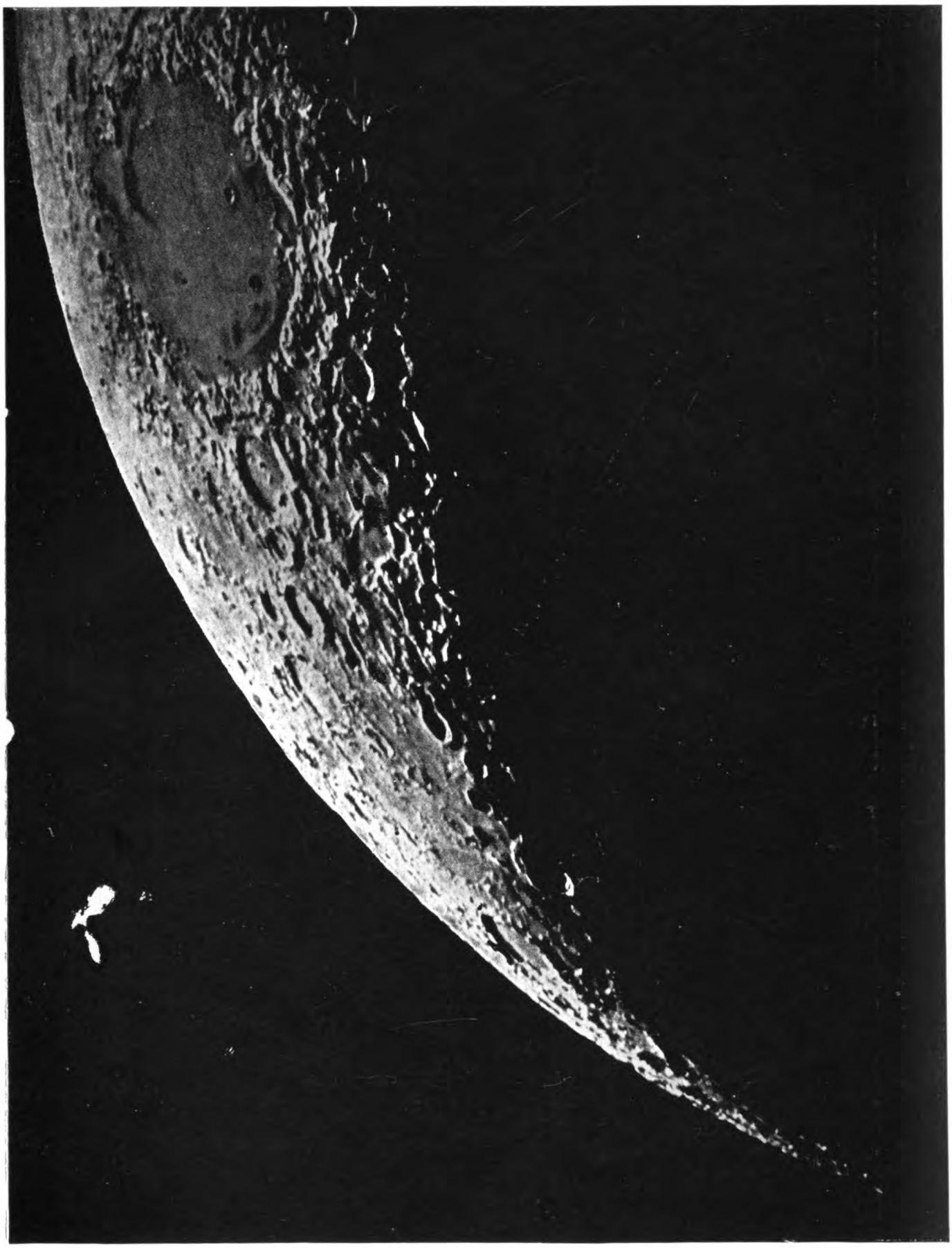
Digitized by Google



Fotografia lunare ottenuta all'Osservatorio di Parigi.

Digitized by Google

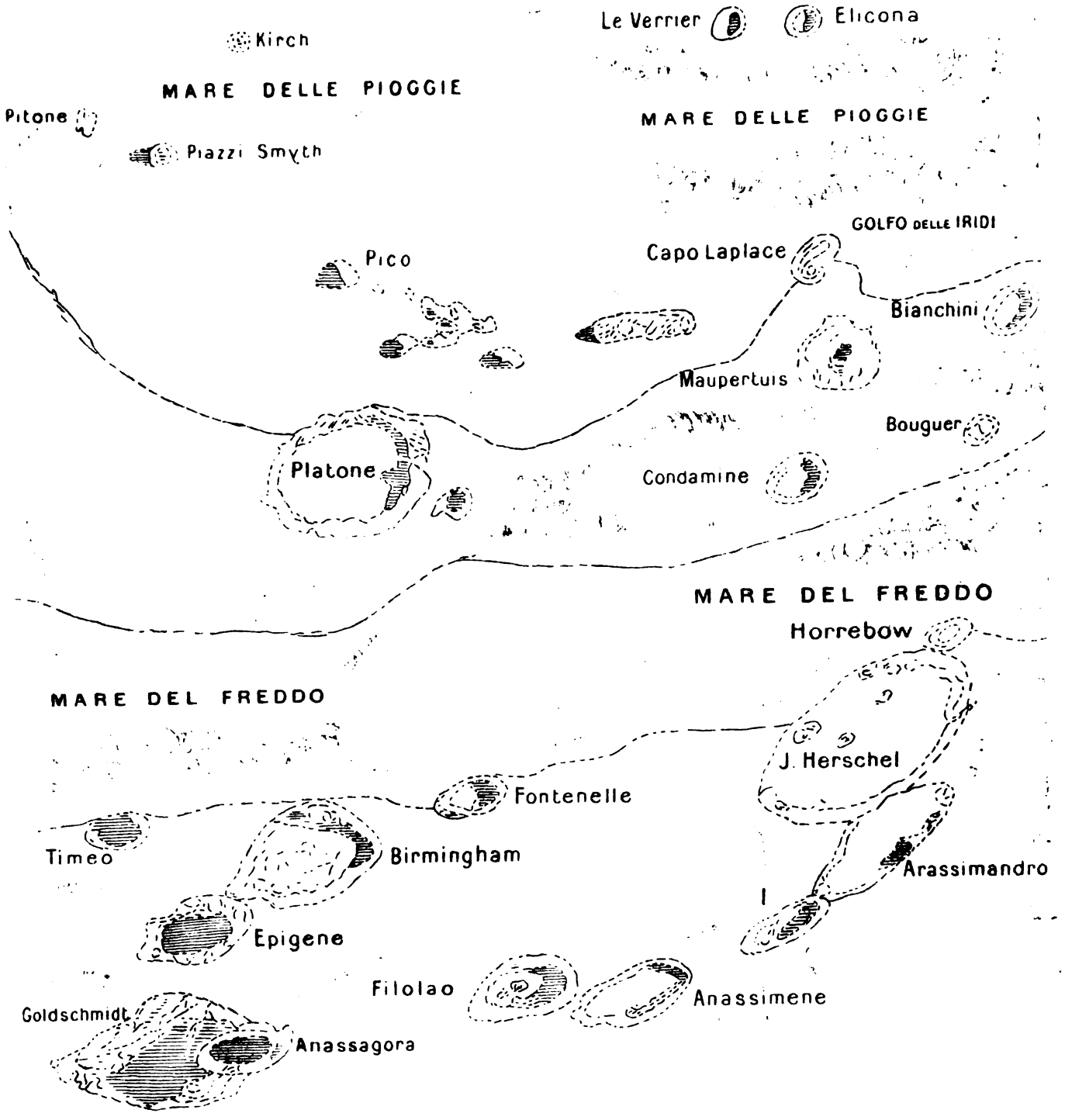
Digitized by Google



Mare delle Crisi - Monte Toro - Corno Boreale. — Fotografia lunare eseguita da Loewy e Puiseux all'Osservatorio di Parigi.

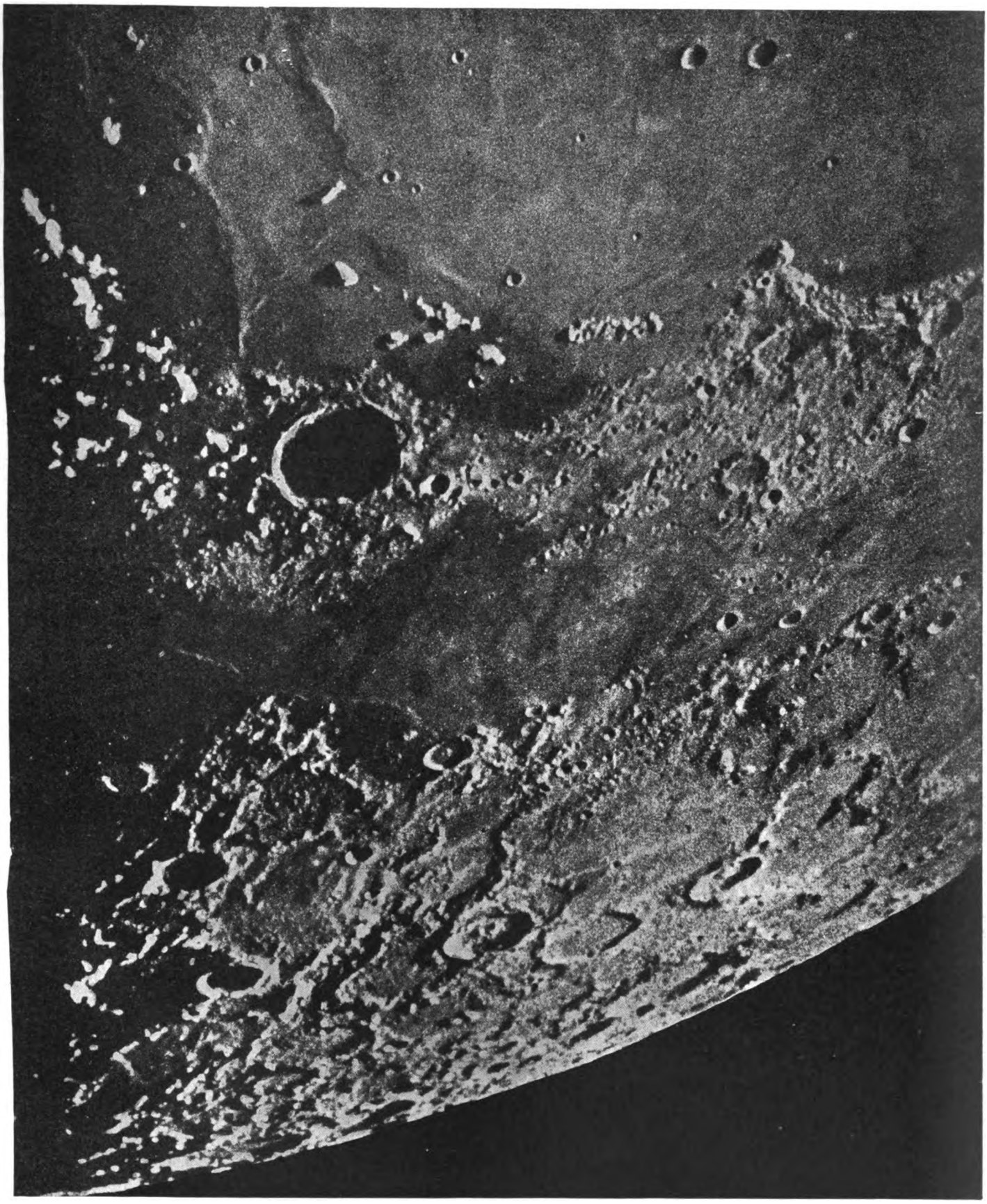
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

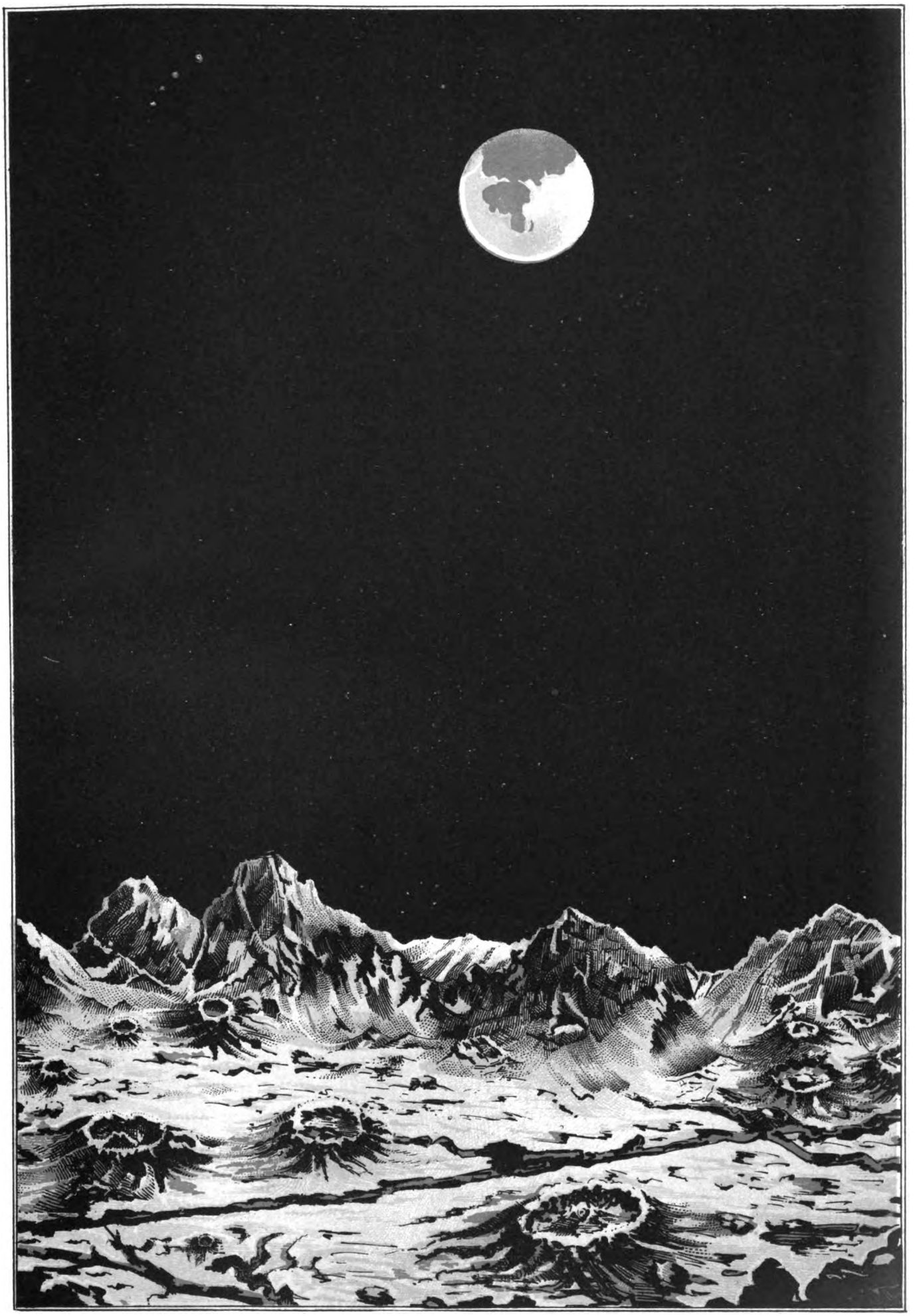
Digitized by Google



Platone - Mare del Freddo - Filolao. — Fotografia presa a Parigi il 23 ottobre 1902.

Digitized by Google

Digitized by Google



Att. Astronomico Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

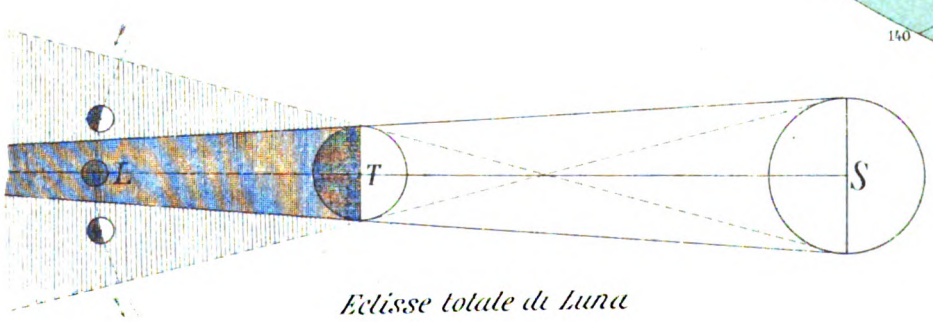
Digitized by Google

ECLISSE ANNULARE E TOTALE DEL

Luoghi dei punti dai quali si può

Le ore sono espresse in

Eclisse totale di Sole



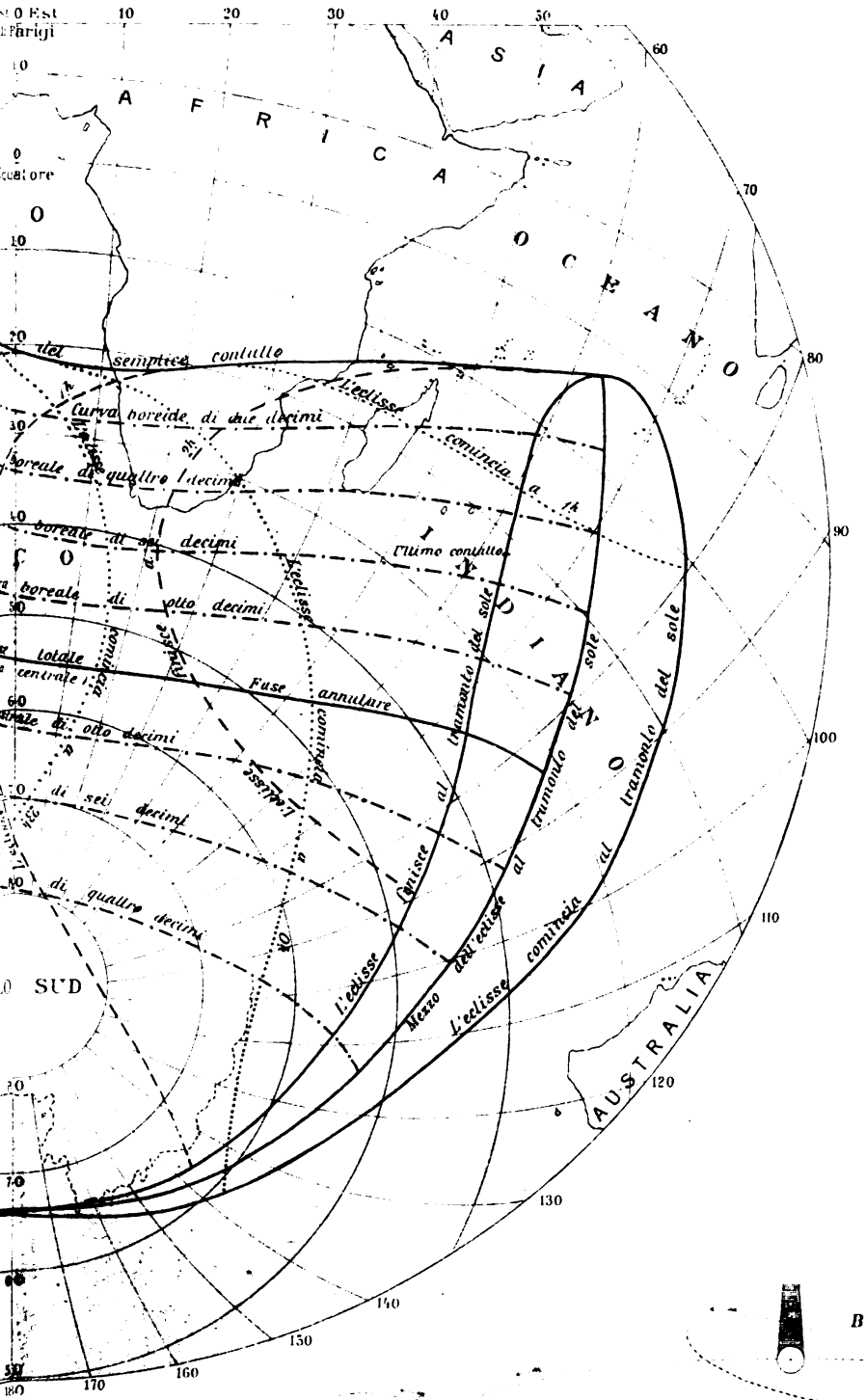
Eclisse totale di Luna

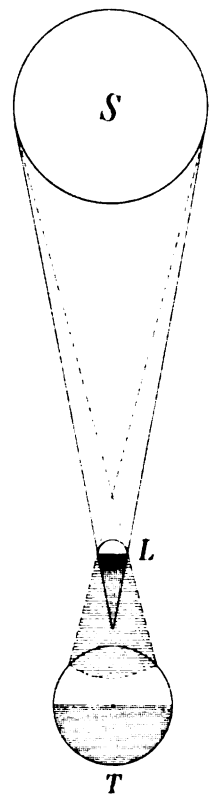
Digitized by Google

EL SOLE DEL 22-23 DICEMBRE 1908

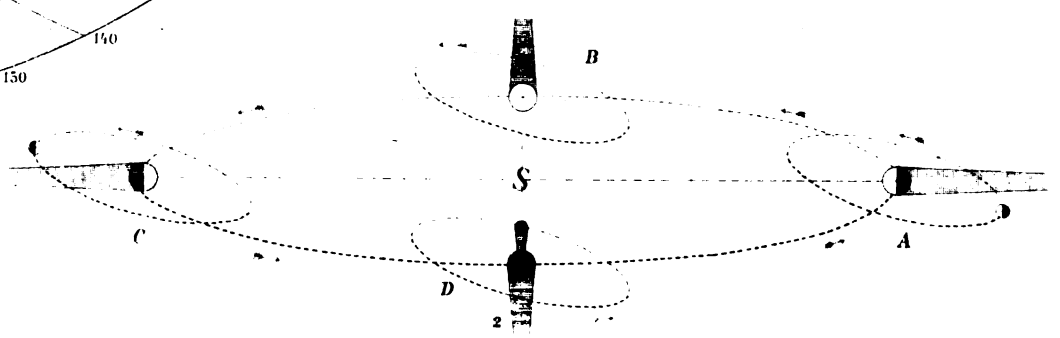
può osservare le fasi principali

tempo medio di Parigi





Eclisse annulare di Sole



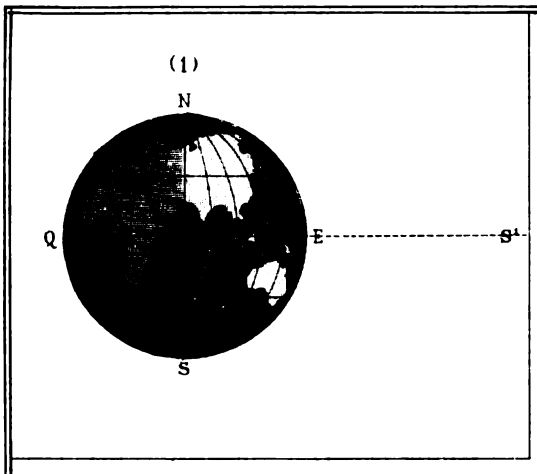
Orbita della Luna per la spiegazione degli eclissi

Proprietà Artistica

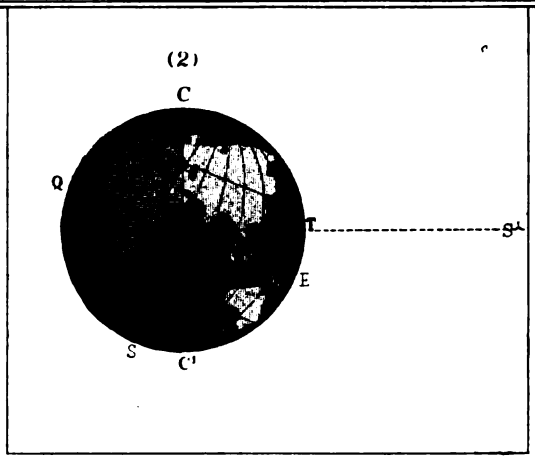
Digitized by Google

Digitized by Google

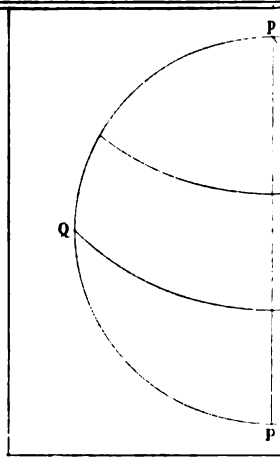
Digitized by Google



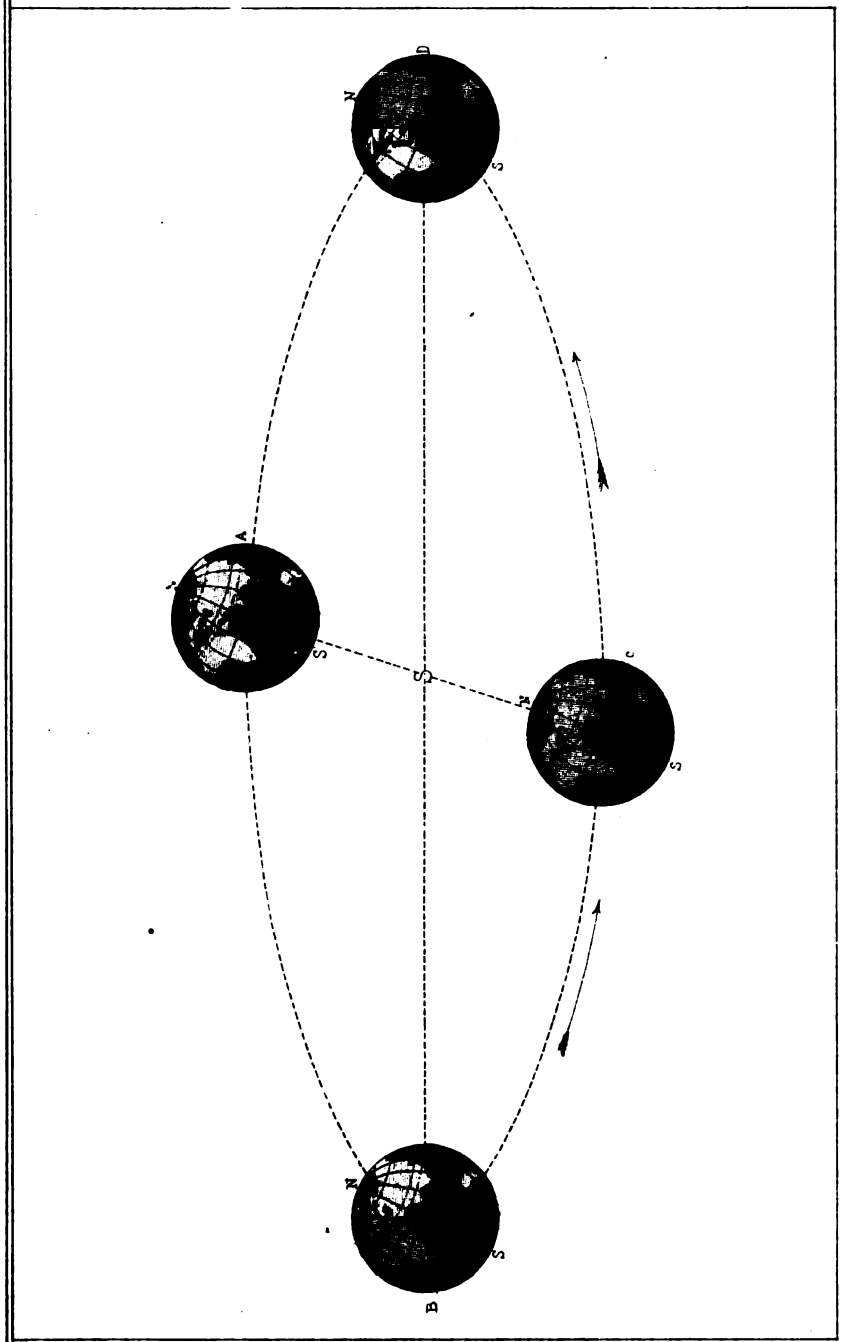
Terra all' equinozio di primavera.



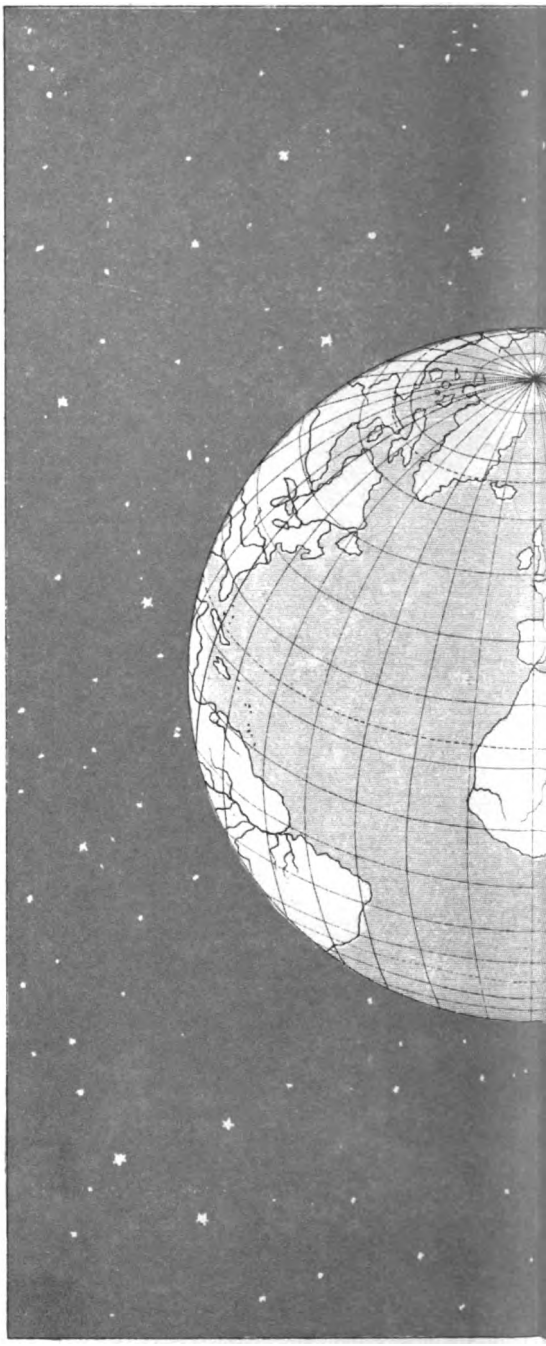
Terra del solstizio d'estate.



Coordinate geograf



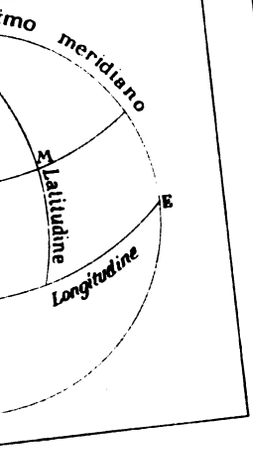
Cammino della Terra intorno al Sole in un anno.



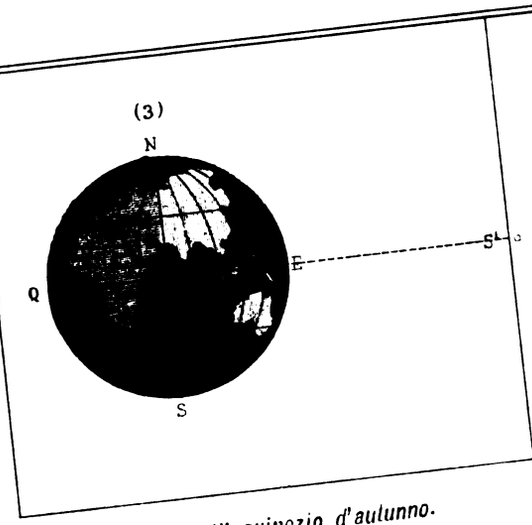
La Terra è un globo isol

Digitized by Google

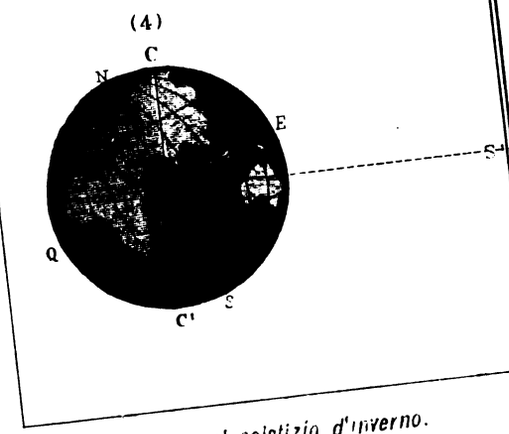
RA



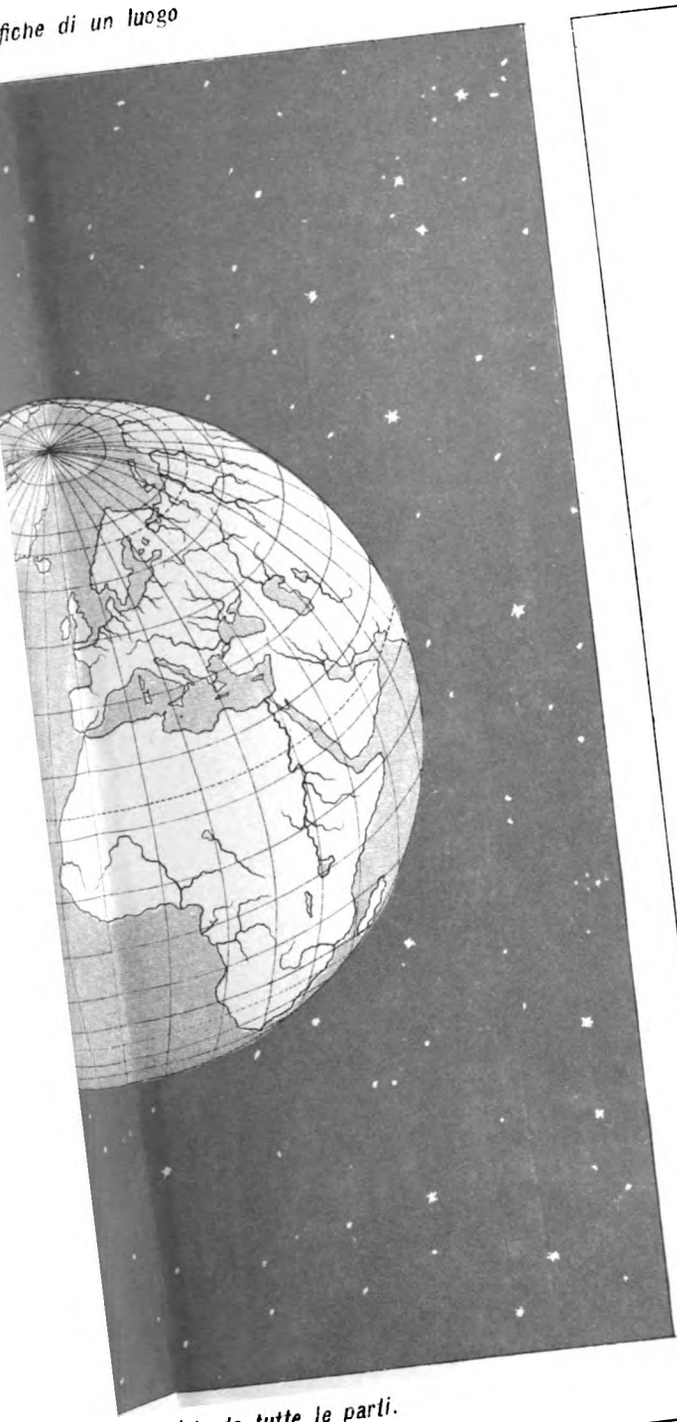
fiche di un luogo



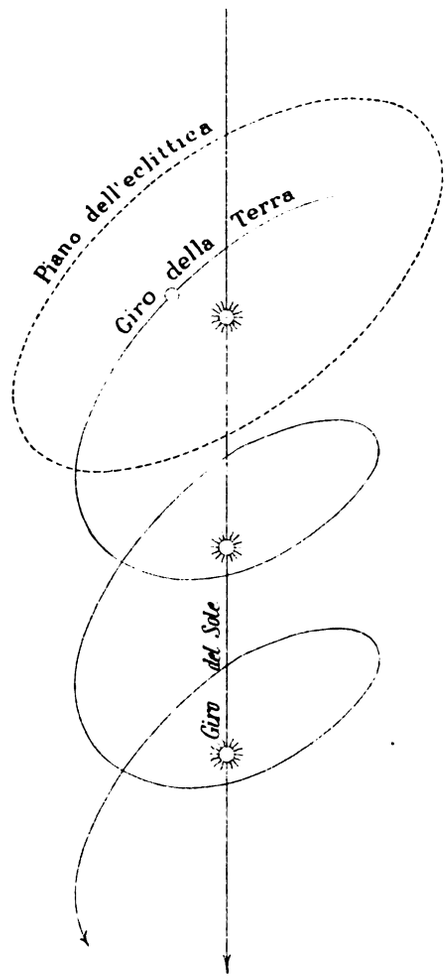
Terra all'equinozio d'aulunno.



Terra nel solstizio d'inverno.



globo isolato da tutte le parti.



Linea spirale della caduta della Terra nello spazio.

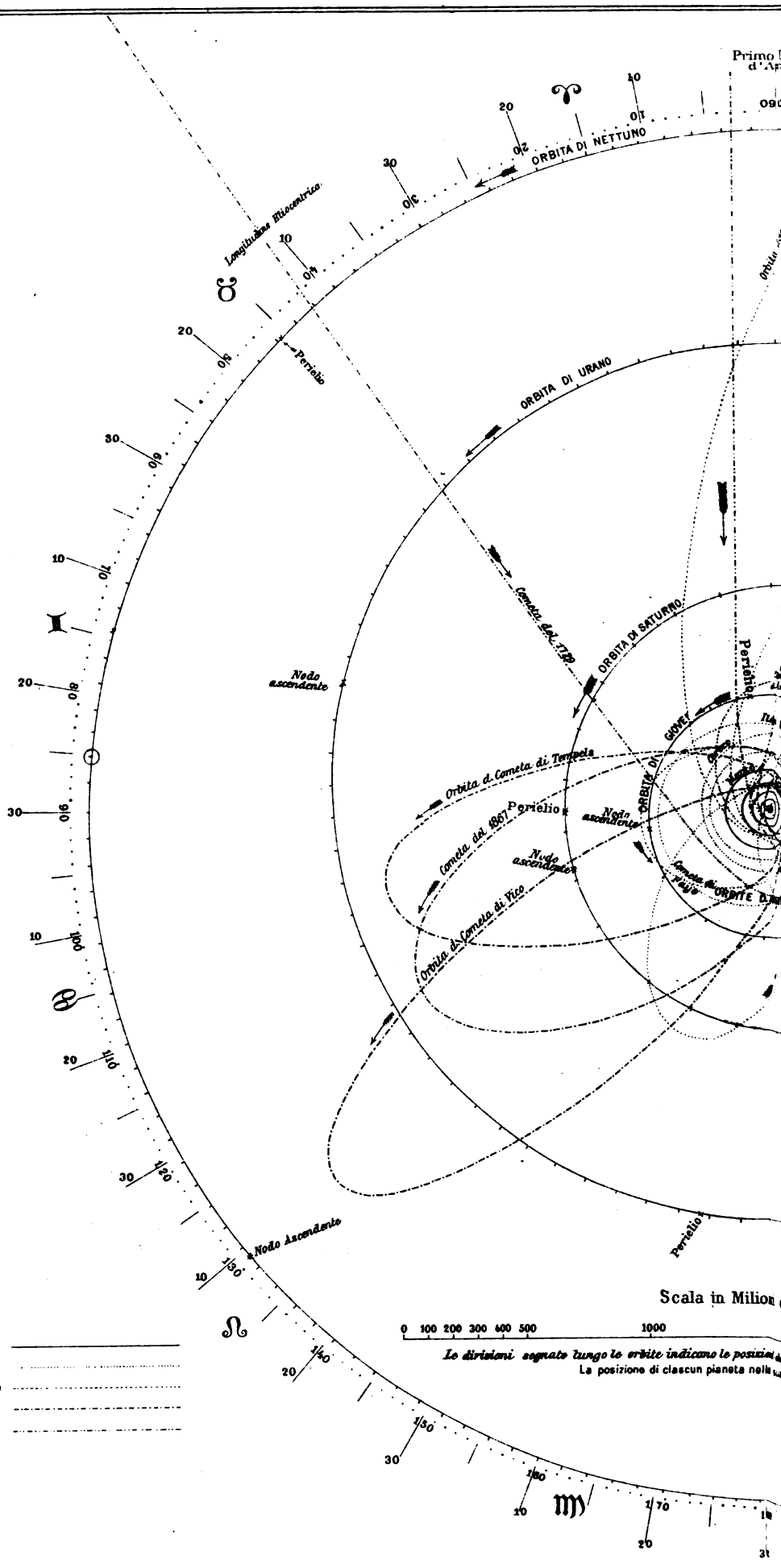
Proprietà Artistica

Istituti d'Arti Grafiche - MILANO

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

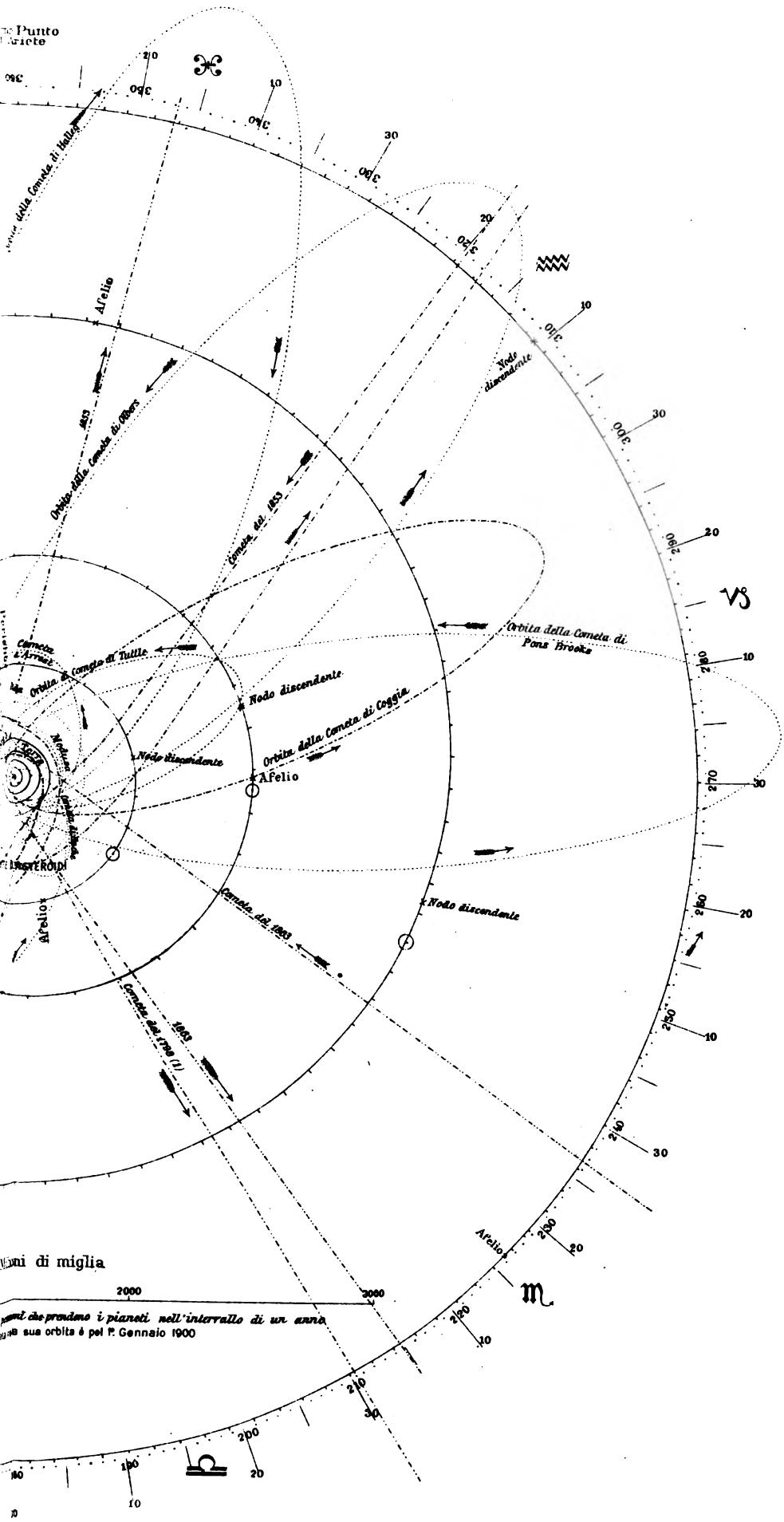


Le orbite dei pianeti sono indicate dalle linee ———
" degli asteroidi " " .....
" delle comete che hanno un periodo noto .....
" delle comete supposte periodiche -·-·-·-·-
" iperboliche di alcune comete -··-··-··-

All. Astronomico

Stabilimenti Riuniti d

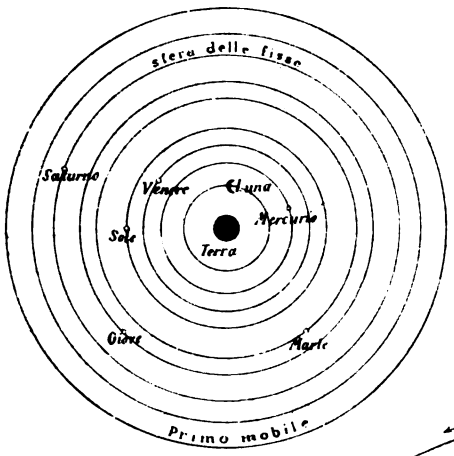
Digitized by Google



Proprietà Artistica

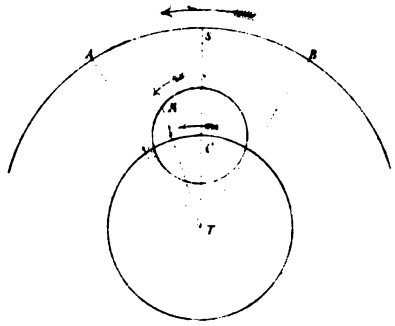
Digitized by Google

Digitized by Google

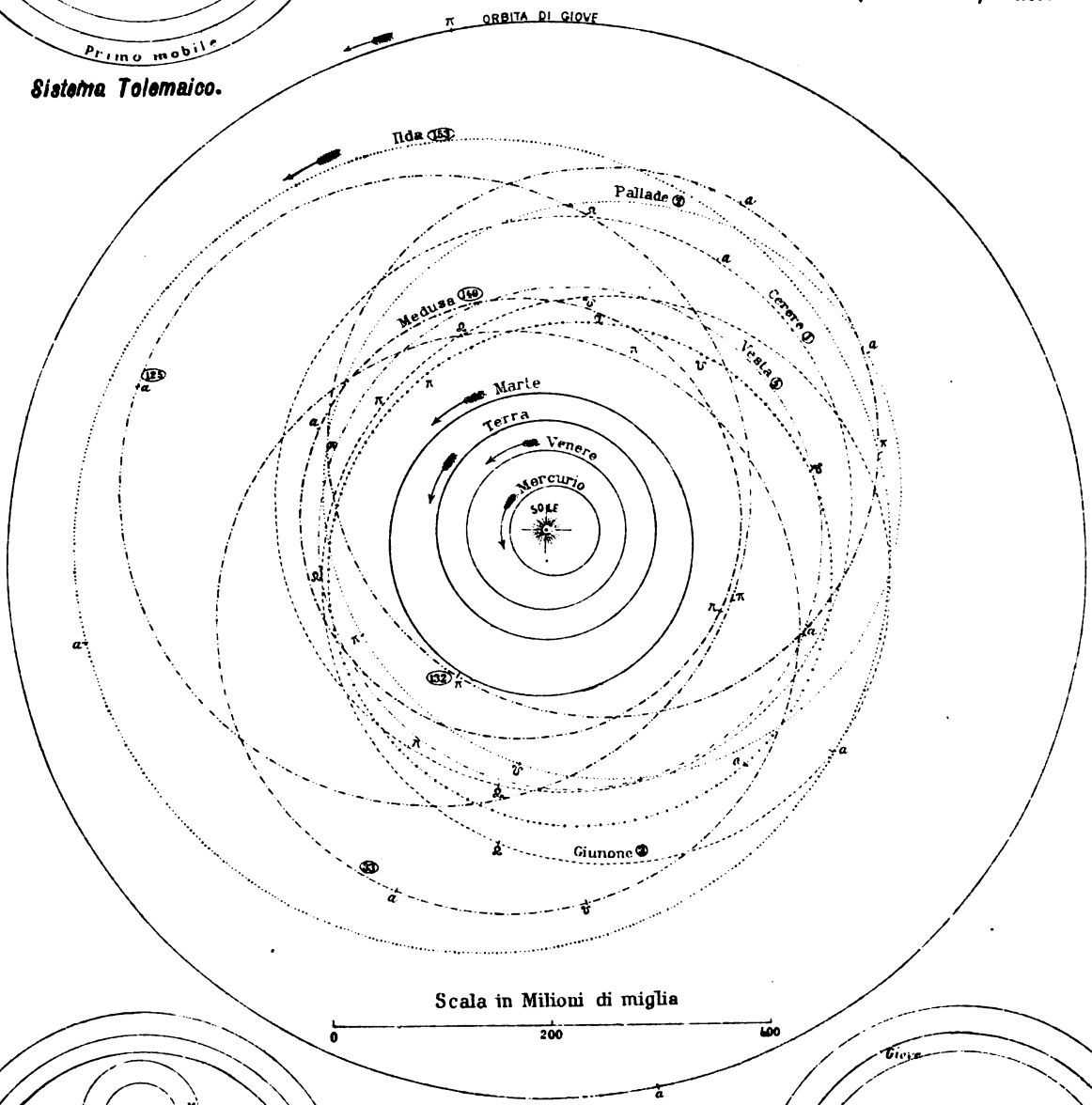


Sistema Tolemaico.

ORBITE DEI PRINCIPALI PIANETINI COMPRESE FRA MARTE E GIOVE

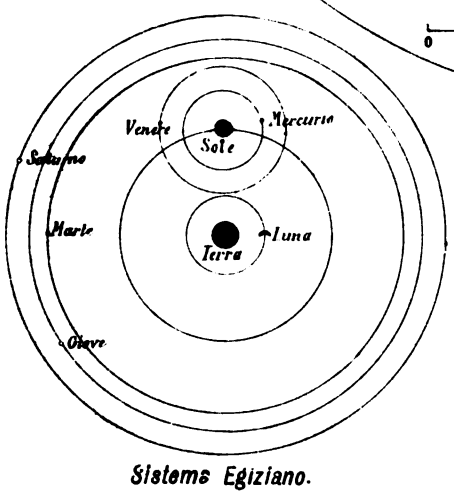


Epiciclo e deferente.

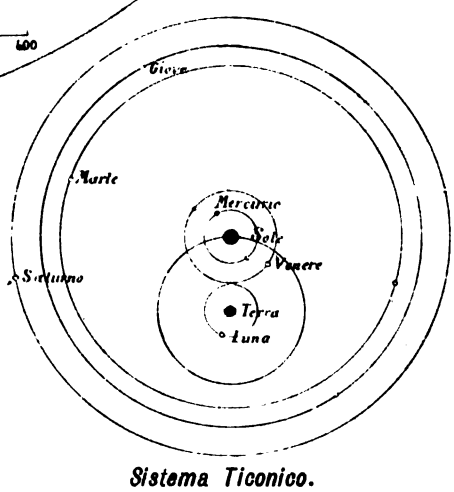


Spiegazione dei Segni

π ..... Perielio
a ..... Afelio
☊ ..... Nodo ascendente
☋ ..... Nodo discendente



Sistema Egiziano.

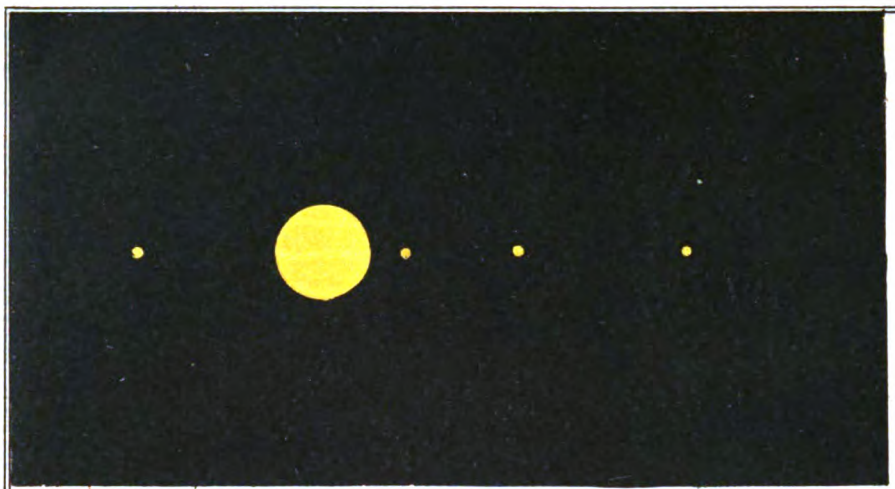


Sistema Ticonico.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

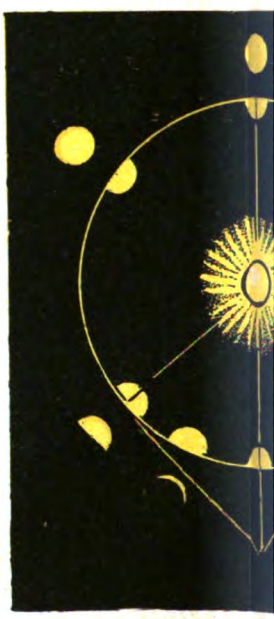


Giove e i quattro satelliti scoperti da Galileo.

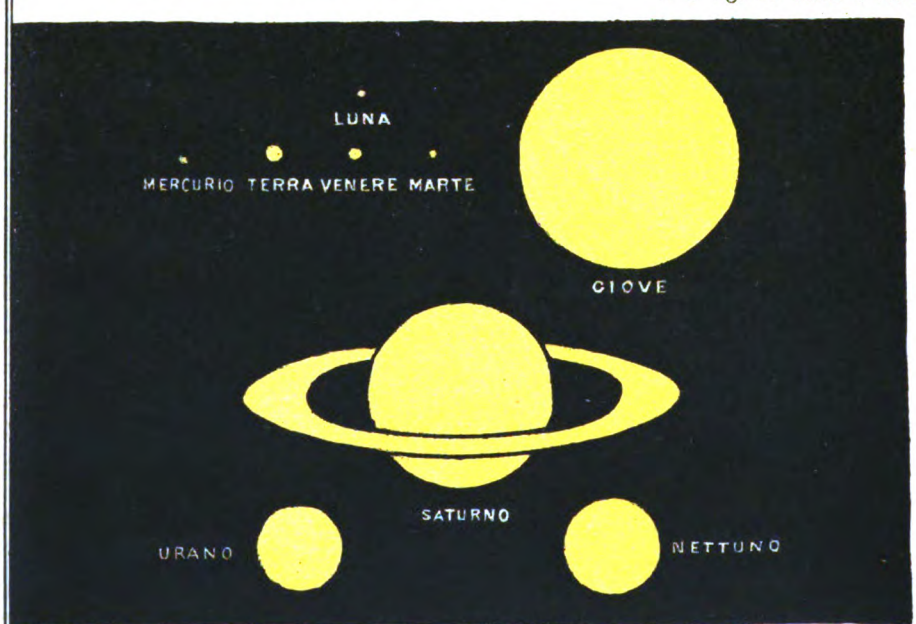
Fasi del pianeta

Giove il 31 Gennaio 1870 secondo il Gledhil.

Giove e la macchia rossa
il 6 Agosto 1882 secondo il Denning.



Spiegazioni delle

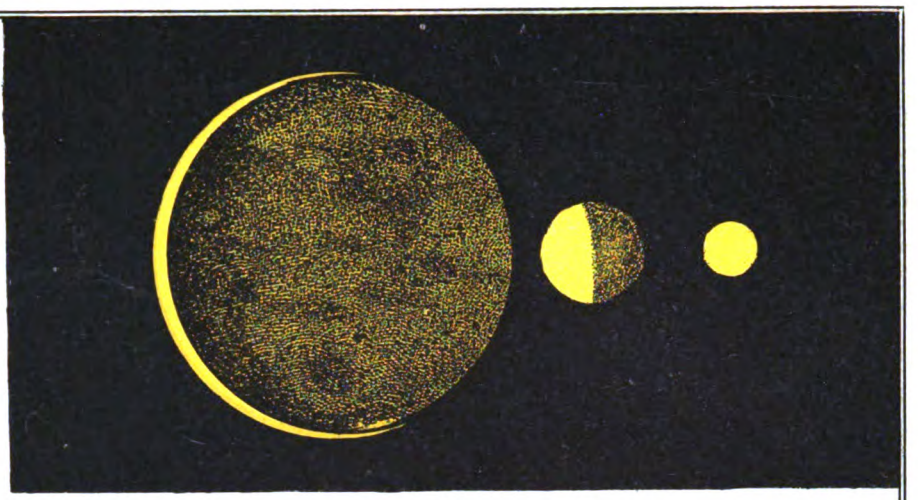


Paragone fra le vere dimensioni dei pianeti.

Saturno visto a Washi
nel Settemb

Digitized by Google

neta Mercurio.



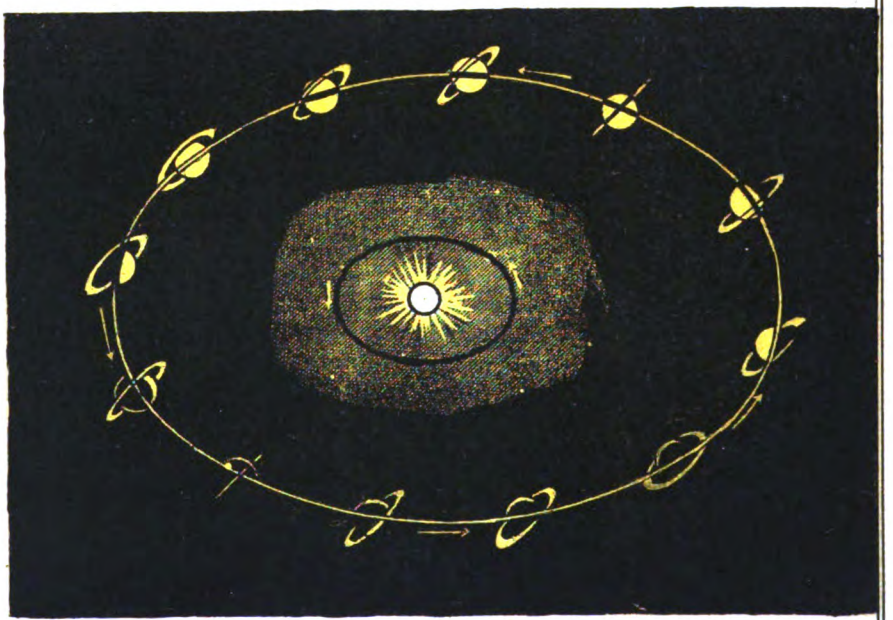
Fasi di Venere alla sua distanza massima, media e minima dalla Terra.

delle fasi di Mercurio.

Marte osservato dal Lohse la sera dell' 8 Settembre 1877.

Marte osservato dal Lohse la sera 21 Settembre 1877

Washington dal Trouvelot ettembre 1875.

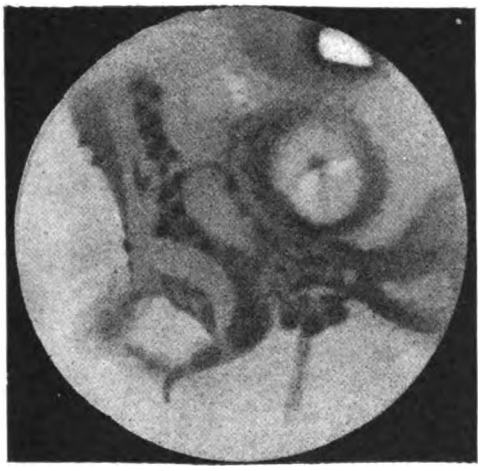


Vari aspetti di Saturno e dei suoi anelli

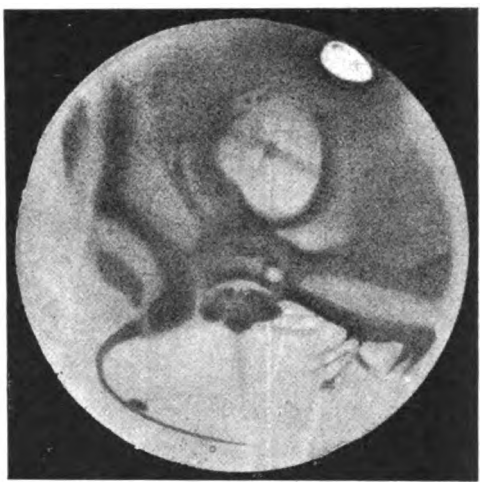
Proprietà Artistica

Digitized by Google

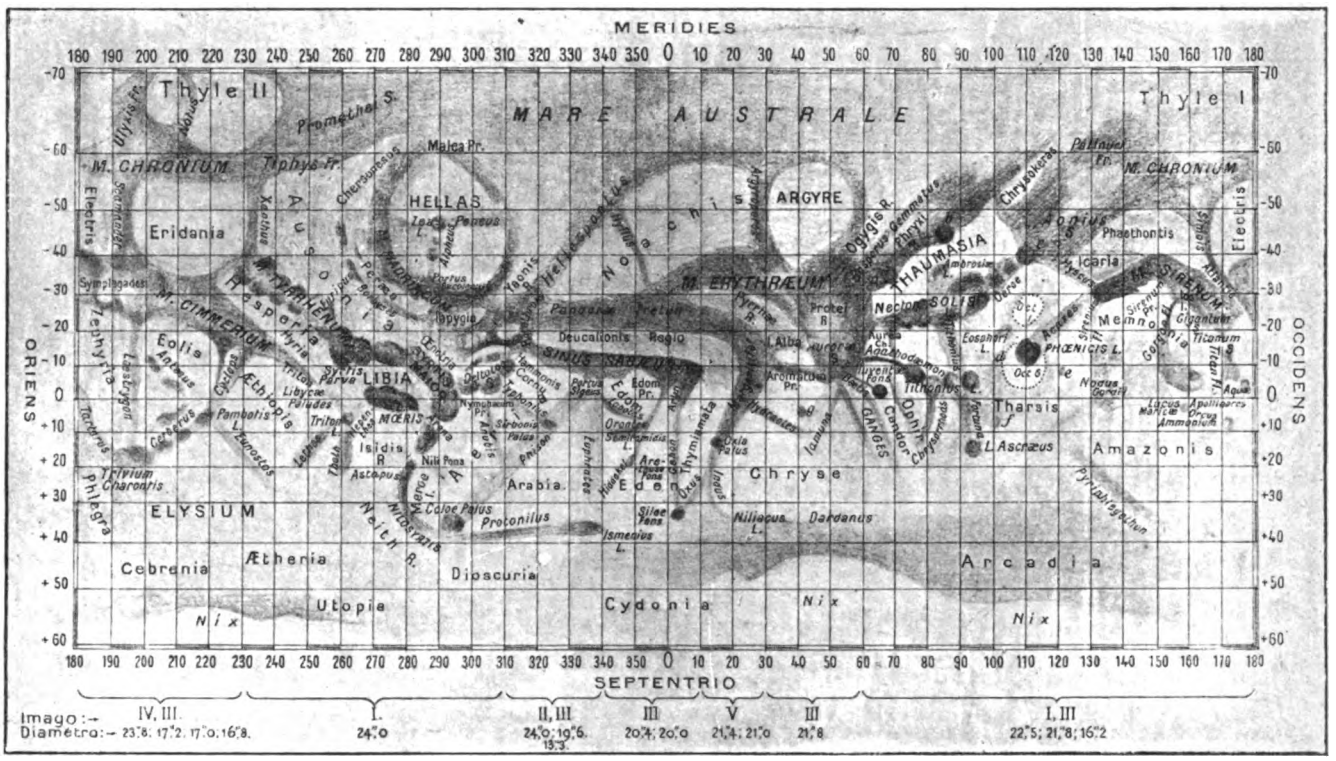
Digitized by Google



Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon il 20 settembre 1909 a ore 22 e 10 m.



Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon il 20 settembre 1909 alle ore 23 e 40 m.



Carta di Marte.

Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon il 6 ottobre 1909 alle ore 21.

Veduta telescopica di Marte al grande equatoriale di Meudon l'11 ottobre 1909 alle ore 21.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Cometa del 1744.

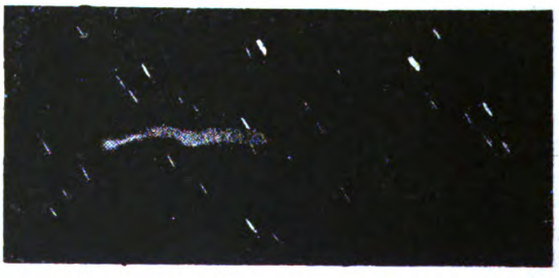
Cometa di Halley nel 1836.

La cometa di Biela il 13 gennaio 1846.

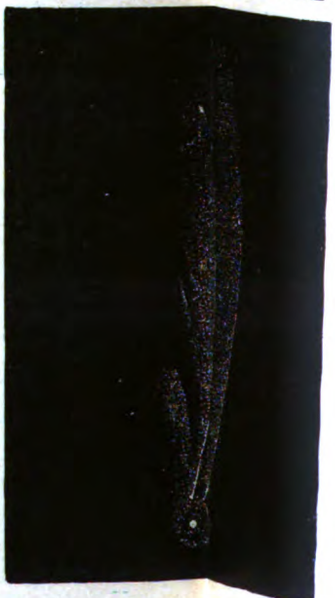
Testa della cometa del Donati
al principio dell'ottobre del 1858.

LA GRANDE COMETA DEL 18

Cometa Morehouse il 14 ottobre 1908.



La stessa il 16 ottobre 1908.



Cometa del 1577.

Att. Astronomico

Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO

Digitized by Google

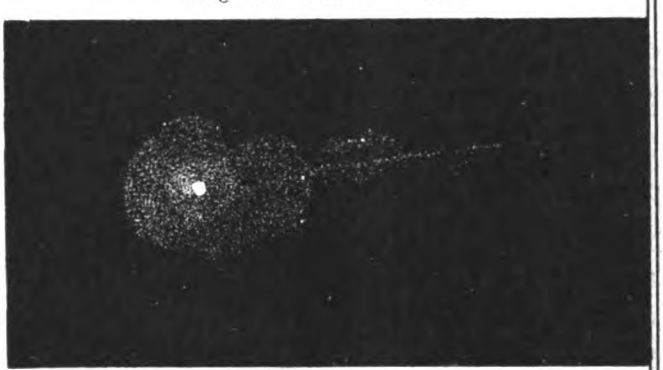
OMETA DEL 1882.

a del 1577.

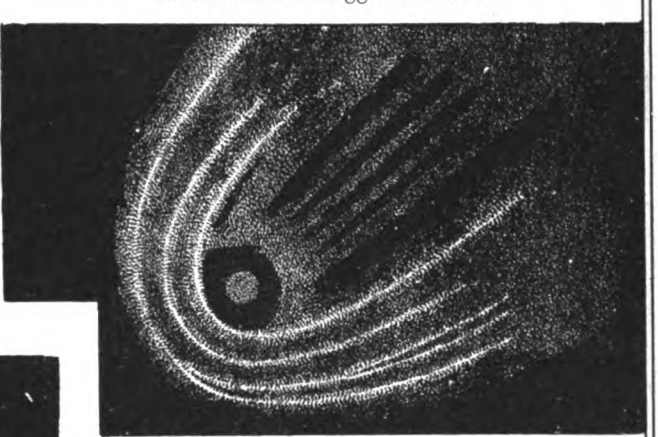
La stessa il 15 ottobre 1908.

La stessa il 18 ottobre 1908.

La grande cometa del 1881.



La cometa del Coggia nel 1874.



Testa della grande cometa del 1882.

Cometa di Encke il 1.° dicembre 1871.

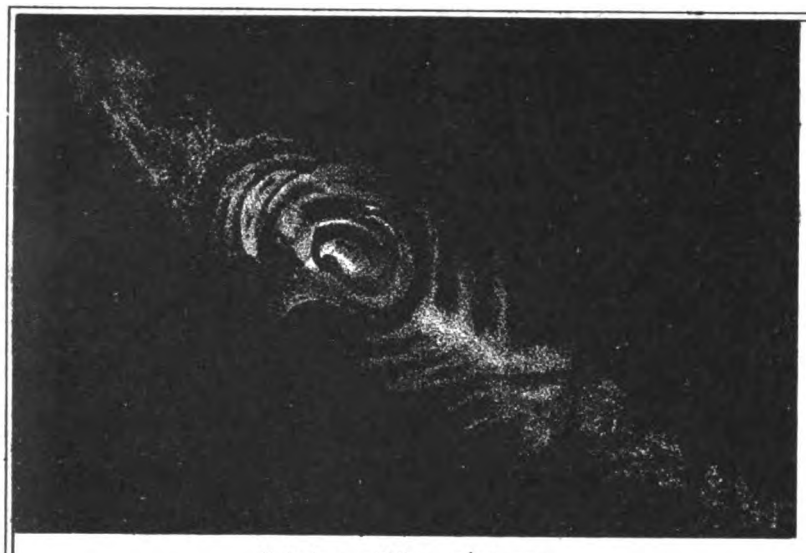
iti d'Arti Grafiche - MILANO

Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Nebulosa ellittica nel Leone.

Nebulosa a spirale.

Nebulosa di Orione.

Il Gambero, nebulosa nel Toro.

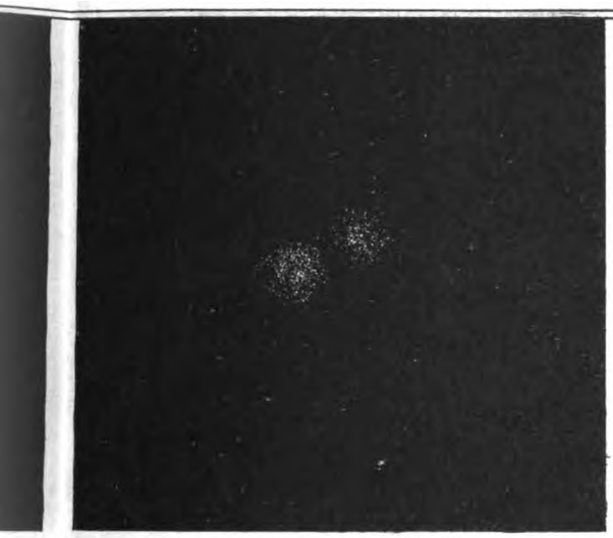
Nebulosa isolata dentro il Cigno.

Nebulosa Planetaria dell'

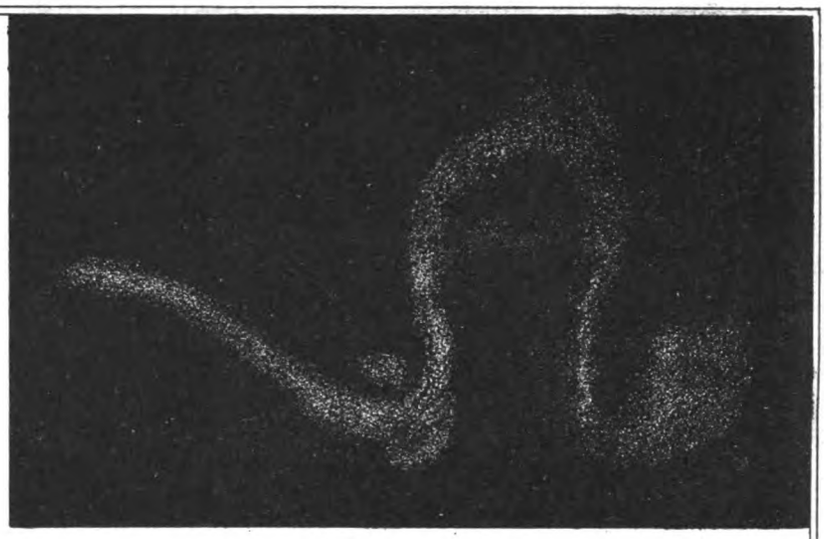
All. Astronomico

Stabilimenti Riuniti

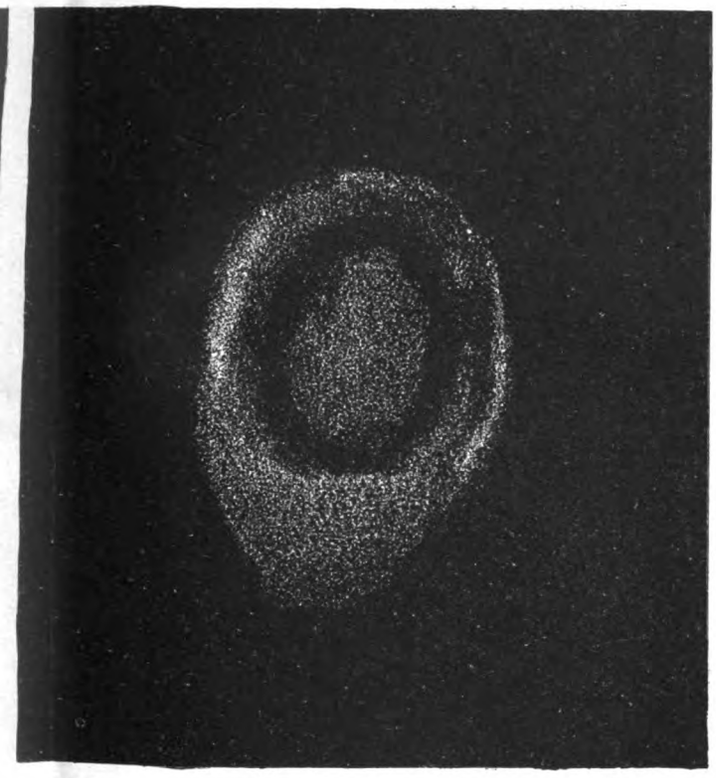
Digitized by Google



Nebulosa stellare.



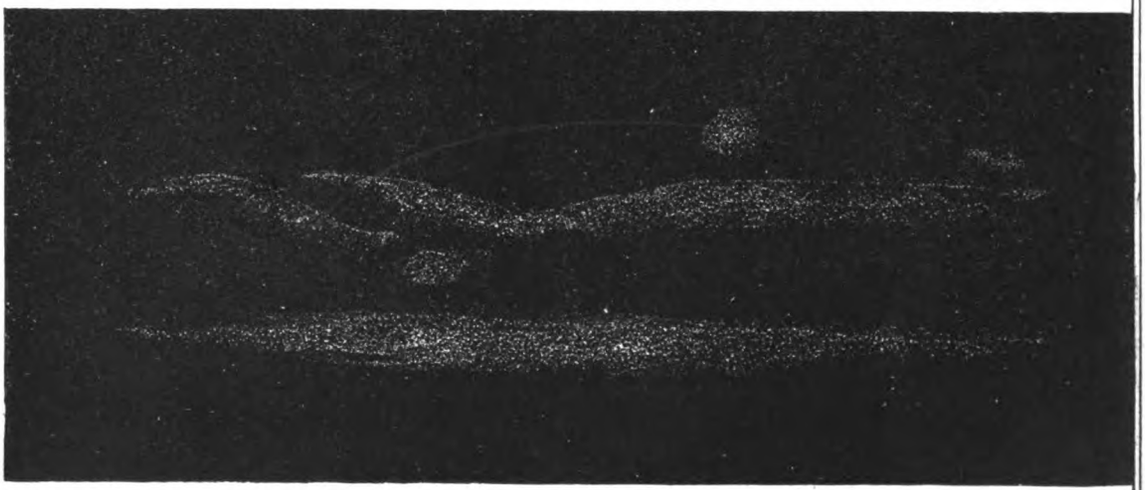
Nebulosa ad Omega.



Nebulosa anulare della Lira.

Nebulosa a spirale Messier 33 nel Triangolo.

a dell'Acquario.



Nebulosa fusiforme.

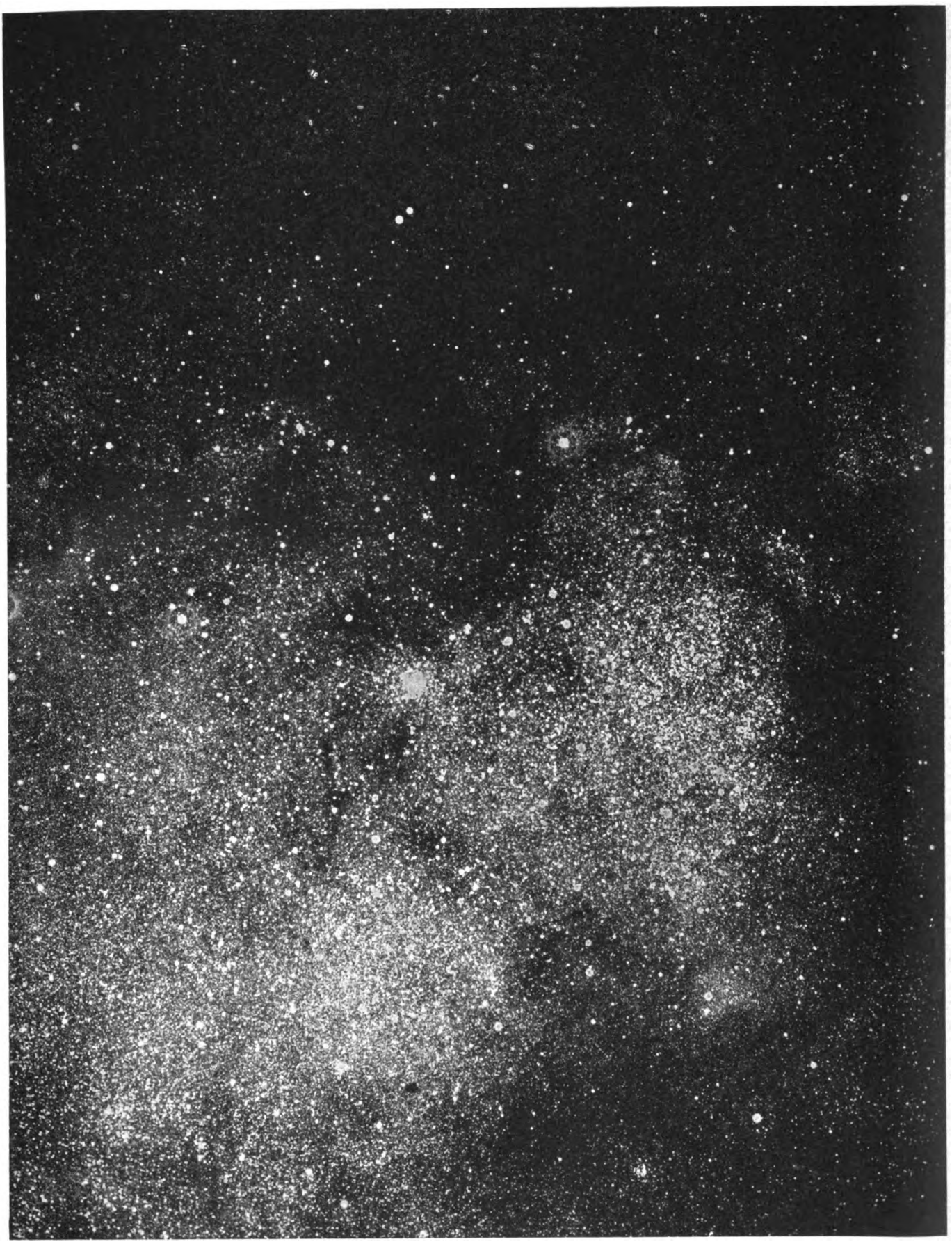
...ti d'Arti Grafiche - MILANO

Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

NORD

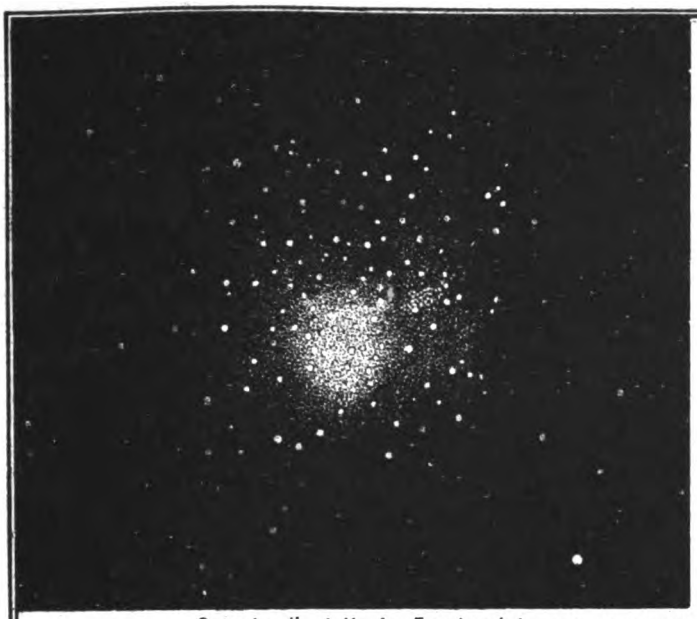


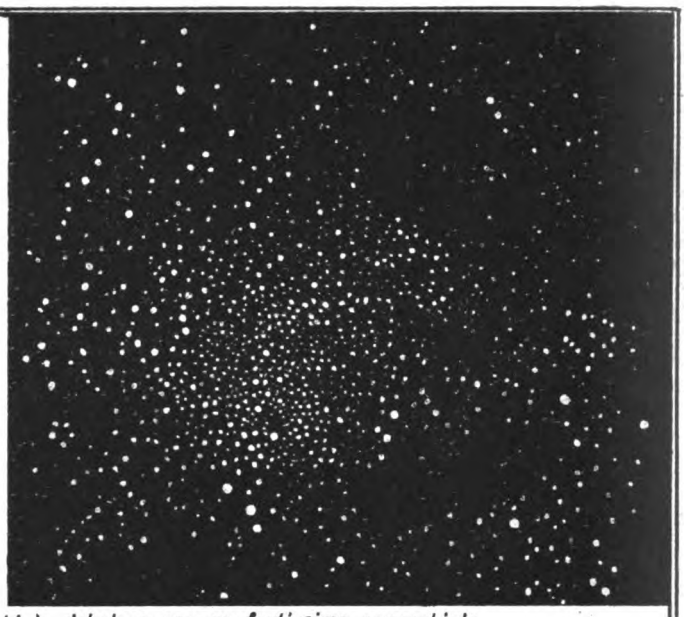
SUD

L'ammasso luminoso della Via Lattea nello scudo di Sobieski. — Fotog. del prof. Max-Wolt ad Heidelberg, 7 luglio 1904.

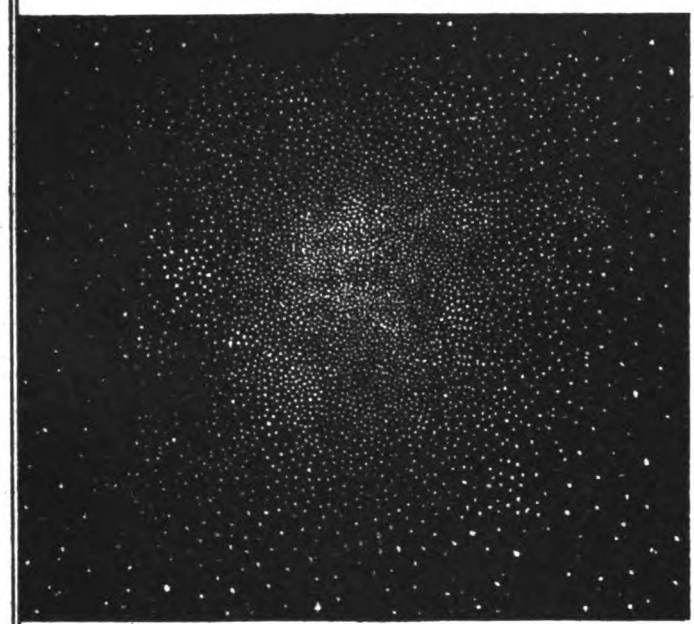
Digitized by Google

Digitized by Google





Cumulo di stelle in Ercole visto con un canocchiale debole e con un fortissimo canocchiale.



Cumulo stellare del Centauro.

Nube maggiore di Magellano vista ad occhio nudo.

Sacchi di carbone nella Via Lattea (costellazione della croce del Sud) visti ad occhio nudo.

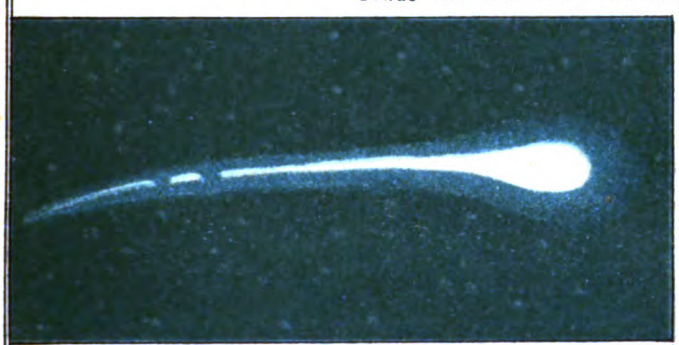
Atl. Astronomico Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche MILANO Proprietà Artistica

Digitized by Google

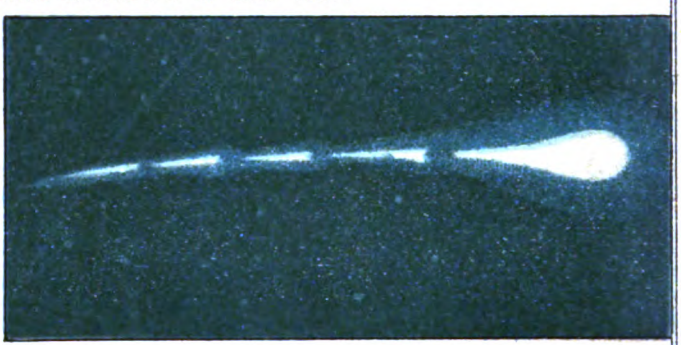
Digitized by Google

Bolide osservato a Boulogne sur Mer.

Bolide con coda di Polvere luminosa osservato il 27 Sett. 1857.



Bolide osservato nell'Oceano Indiano il 6 Aprile 1888.



Lo stesso dopo alcuni secondi.

Bolide lento osservato durante 20 minuti a Costantina il 24 Marzo 1888.

Atl. Astronomico Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

Meteorite caduto a Pultusk (Varsavia) il 30 gennaio 1868.

Aerolite trovato nel Chili nel 1866.

Il più grosso uranolite dei musei terrestri.

Aerolite caduto ad Orgueil il 14 maggio 1864.

Uranolite caduto al Messico durante la pioggia delle stelle cadenti del 27 novembre 1885 — Pesa 3950 grammi.

Uranolite caduto a Girgenti il 10 febbraio 1853 con piccole vene nella massa

Att. Astronomico Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

La grande pioggia di stelle cadenti del 27 novembre 1872.

La luce zodiacale.

All. Astronomico — Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO — Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

ε Boote

Antares

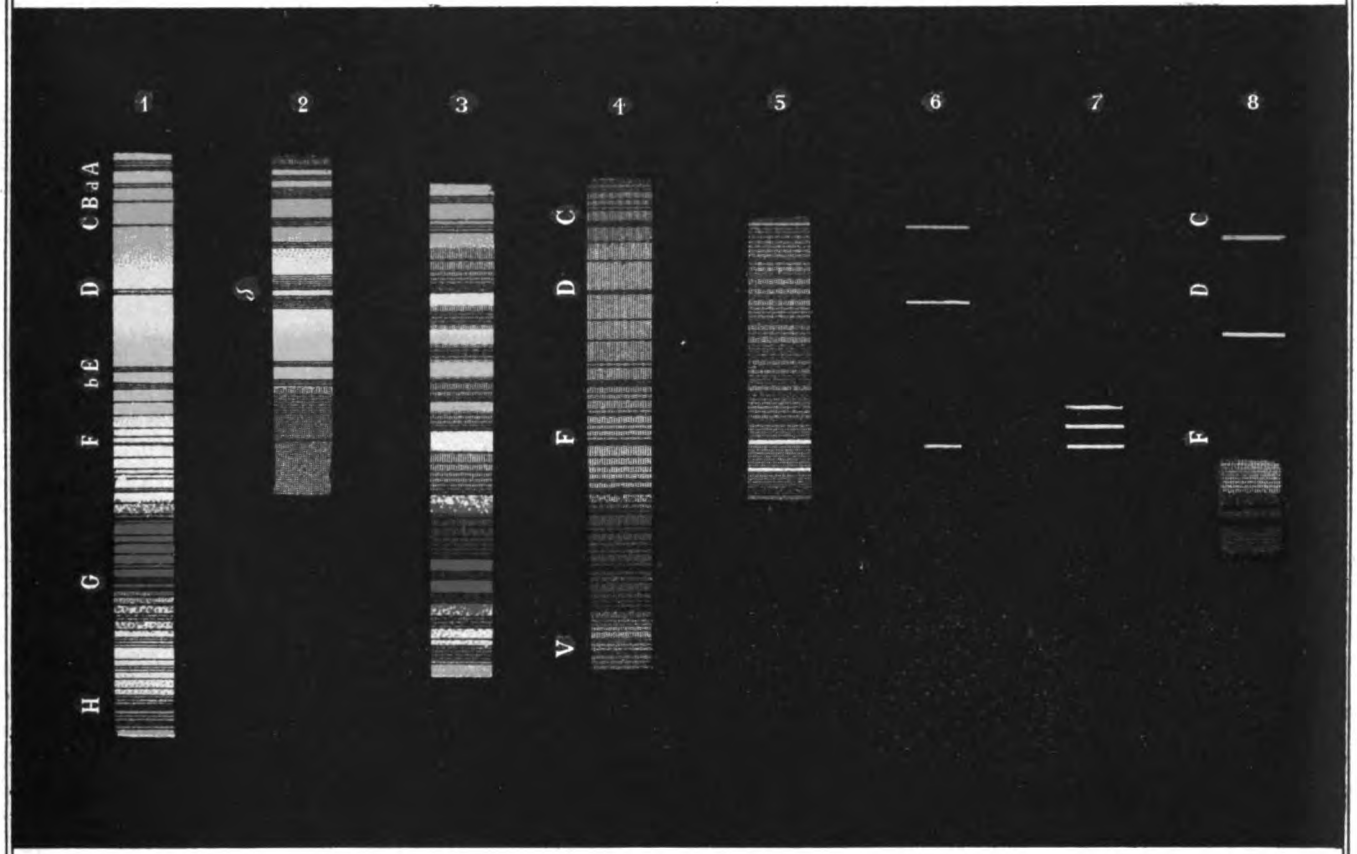
γ Andromeda

Cuore di Carlo

α Ercole

β Cigno

STELLE COLORATE



SPETTRI LUMINOSI

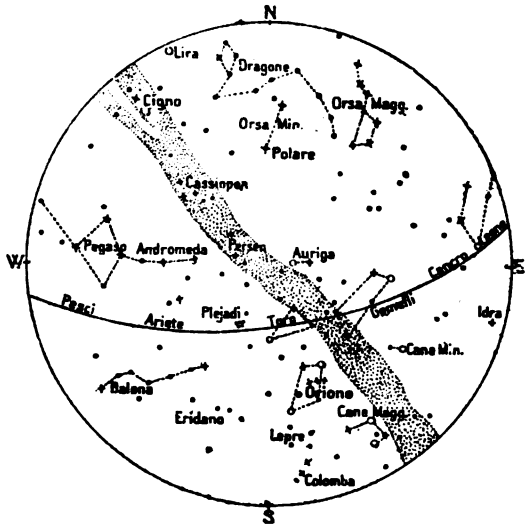
1. Spettro solare colle principali righe di Fraunhofer.
2. Spettro di assorbimento dell'atmosfera terrestre.
3. Spettro di una stella del 1.° tipo (Sirio).
4. Spettro di una stella del 3.° tipo (α di Orione).
5. Spettro d'una stella variabile e forse doppia (T della Corona).
6. Principali righe delle protuberanze solari.
7. Spettro della nebulosa del Drago.
8. Spettro della luce zodiacale.

All. Astronomico — Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO — Proprietà Artistica

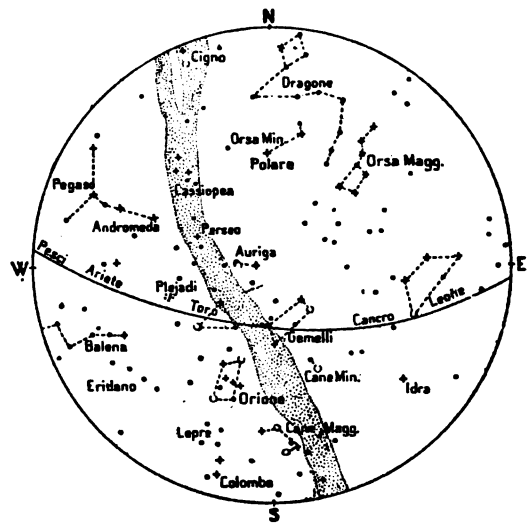
Digitized by Google

Digitized by Google

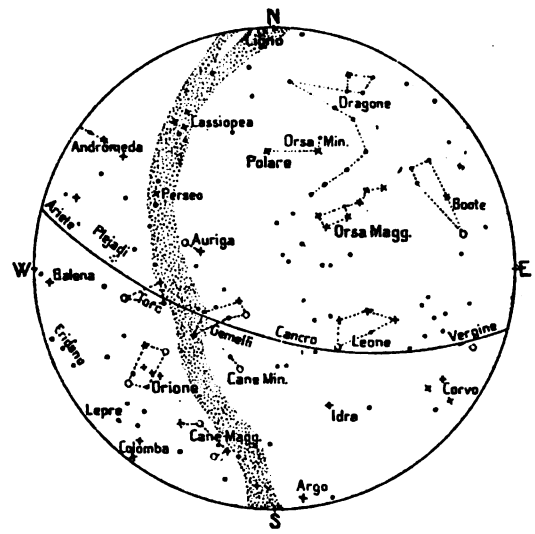
Digitized by Google



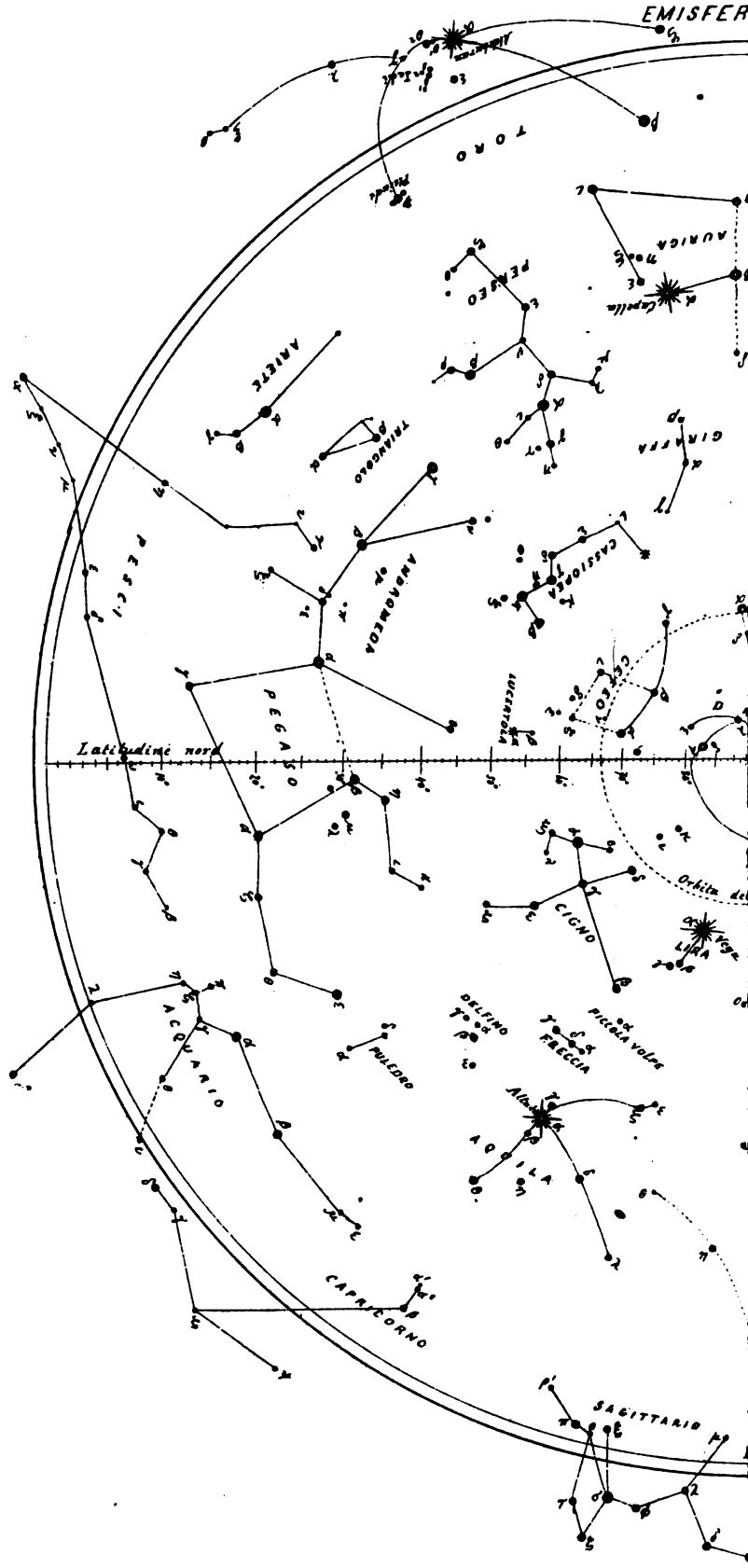
Il cielo al 15 gennaio, ore 21.



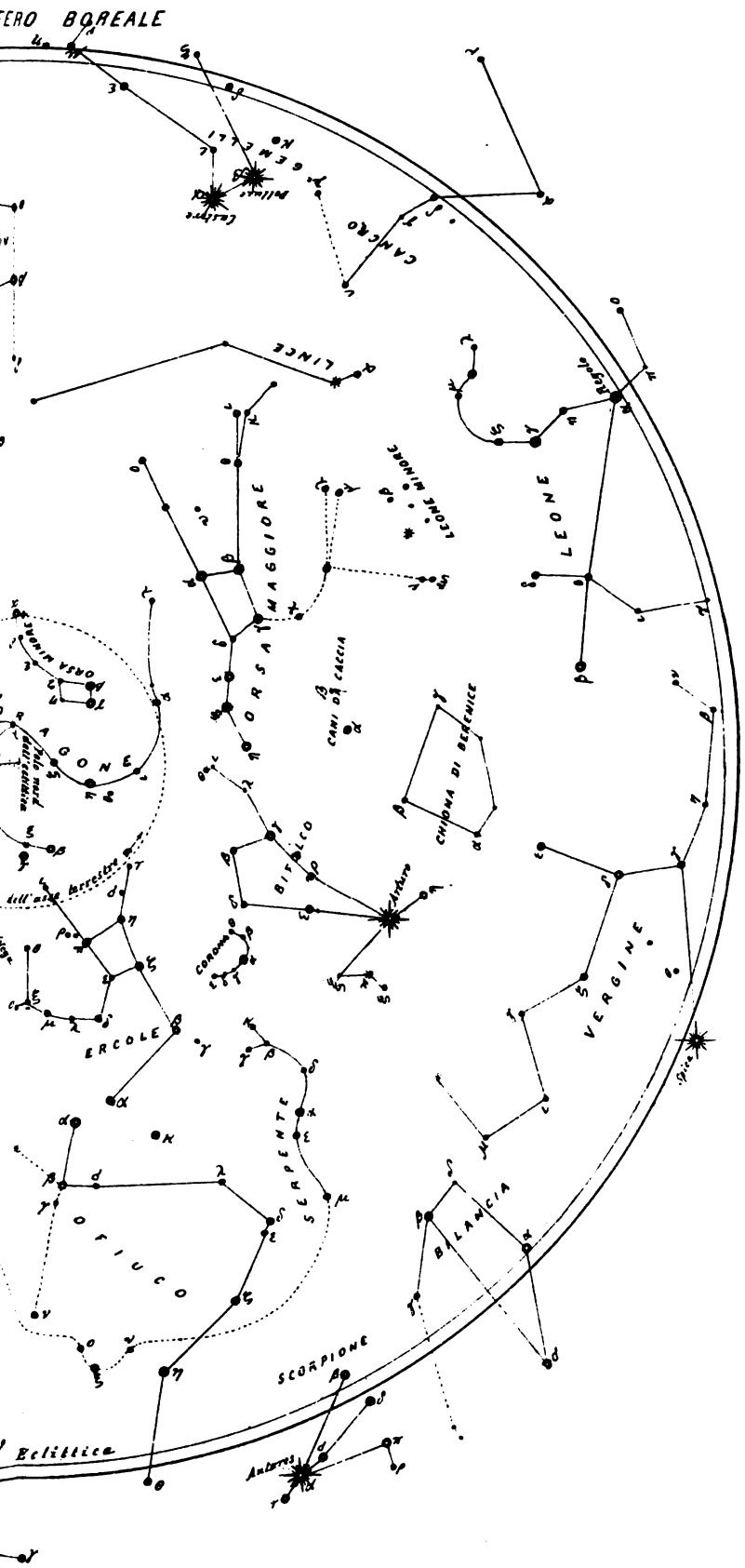
Il cielo al 15 febbraio, ore 21.

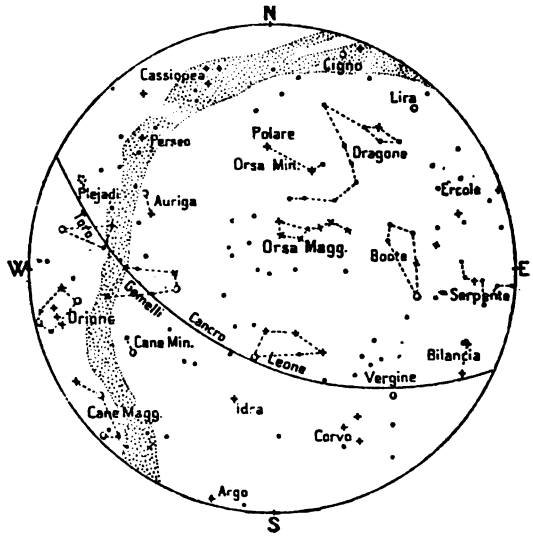


Il cielo al 15 marzo, ore 21.

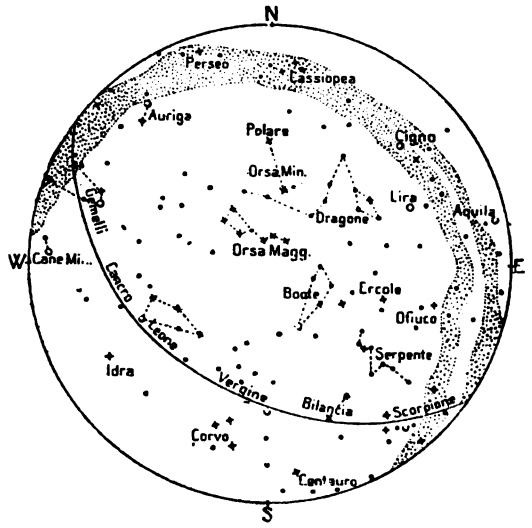


Digitized by Google

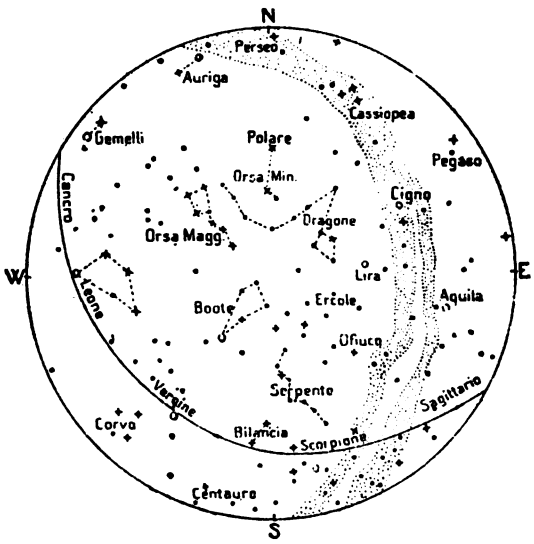




Il cielo al 15 aprile, ore 21.



Il cielo al 15 maggio, ore 21.



Il cielo al 15 giugno, ore 21.

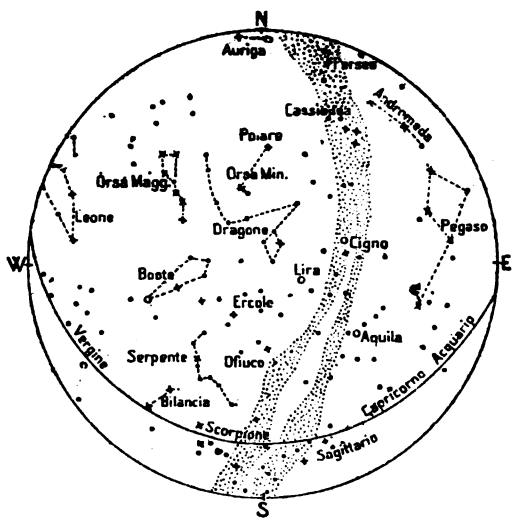
...ti Arti Grafiche - MILANO

Proprietà Artistica

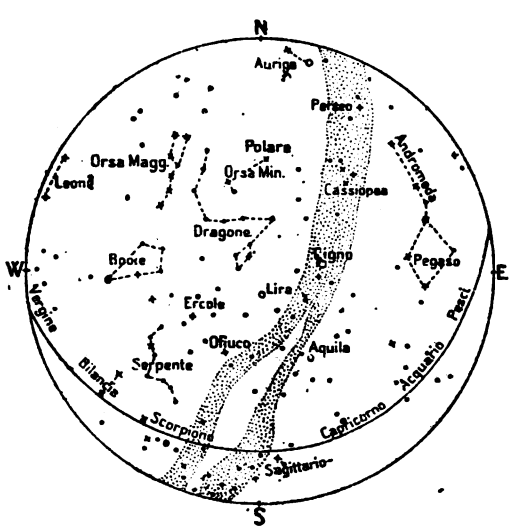
Digitized by Google

Digitized by Google

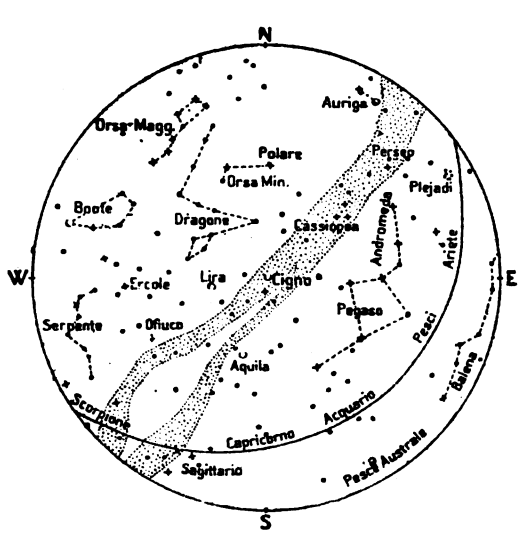
Digitized by Google



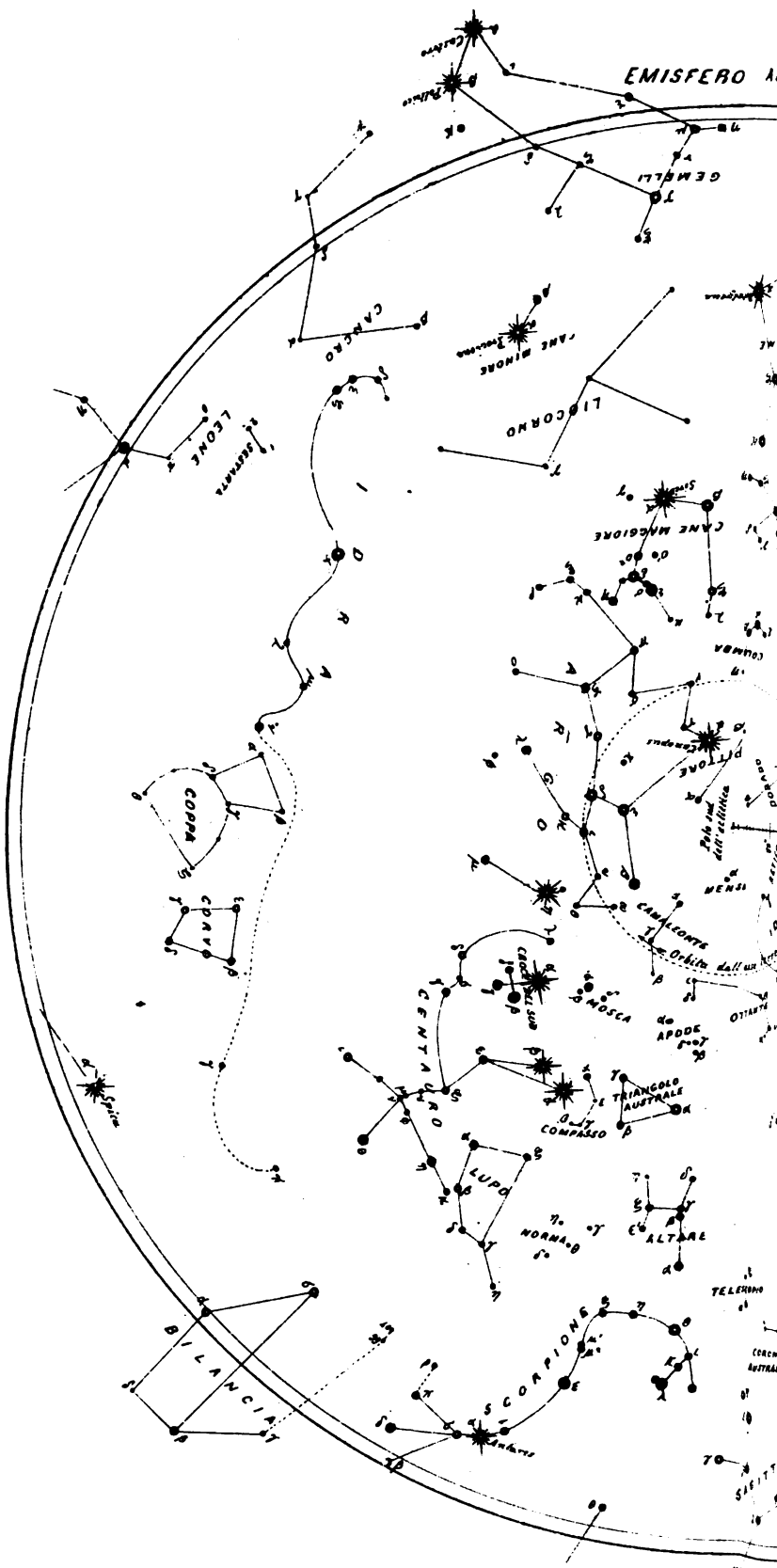
Il cielo al 15 luglio, ore 21.



Il cielo al 15 agosto, ore 21.

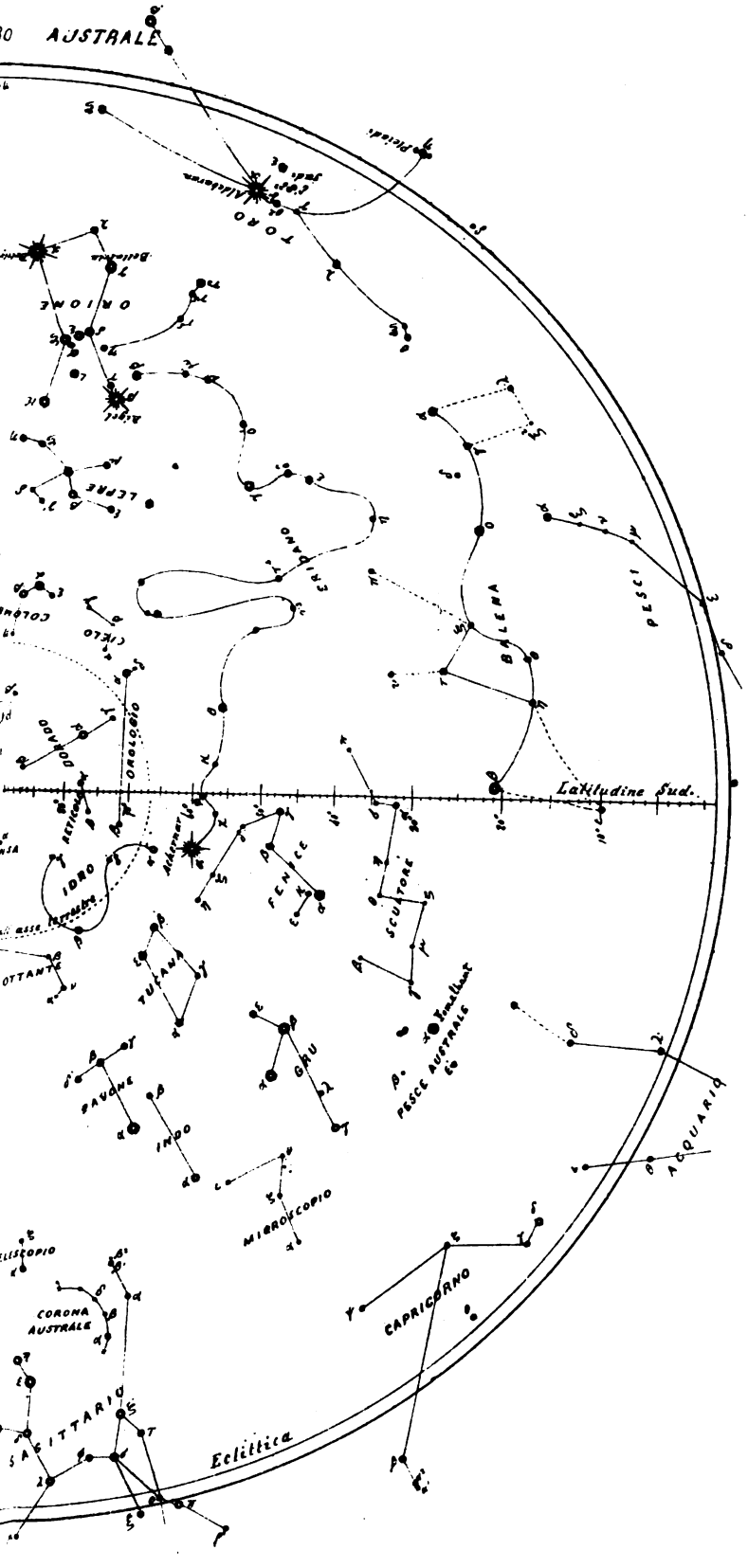


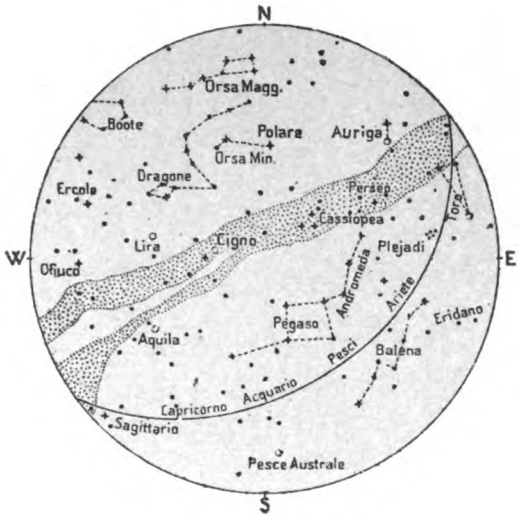
Il cielo al 15 settembre, ore 21.



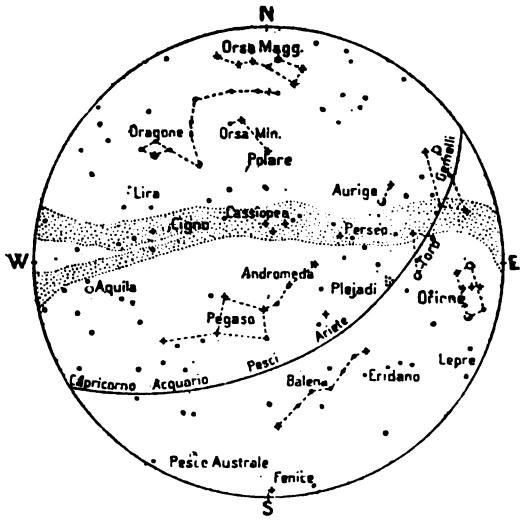
Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche

Digitized by Google

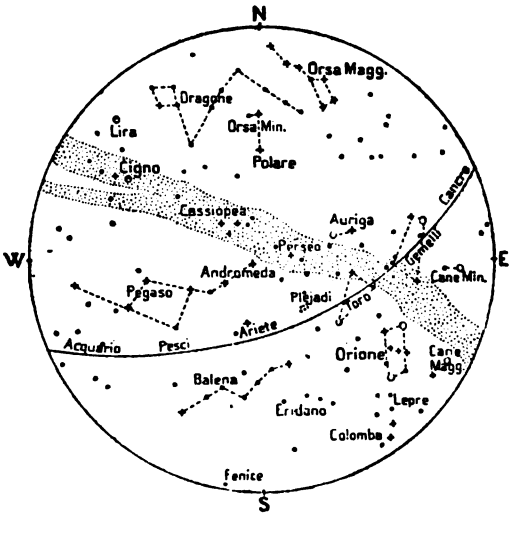




Il cielo al 15 ottobre, ore 21.



Il cielo al 15 novembre, ore 21.



Il cielo al 15 dicembre, ore 21.

Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Nomi delle costellazioni e stelle di 1.ª grandezza.

Acquario.

Andromeda.

Aquila α (Ataïr o Altaïr).

Ariete.

Bifolco α (Arturo).

Bilancia.

Cancro.

Cani da caccia.

Capricorno.

Cassiopea.

Cefeo.

Chioma di Berenice.

Cigno.

Cocchiere od Auriga α (Capra o Capella).

Corona Boreale.

Delfino.

Dragone.

Ercole.

Freccia.

Gemelli

Digitized by Google

Nomi delle costellazioni e stelle di 1.ª grandezza.

Giraffa.

Leone.

Leone minore.

Lince.

Lira α (Vega).

Lucertola.

Ofiuco.

Orsa maggiore.

Orsa minore.

Pegaso.

Perseo.

Pesci.

Piccola volpe.

Puledro.

Sagittario.

Scorpione.

Serpente.

Toro.

Triangolo.

Vergine.

...d'Arti Grafiche - MILANO

Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Nomi delle costellazioni e stelle di 1.ª grandezza.

Acquario.

Altare.

Apode.

Argo α *(Canopo) ed* η.

Ariete.

Balena.

Bilancia.

Cane maggiore α *(Sirio).*

Cane minore α *(Procione)*

Camaleonte.

Cancro.

Capricorno.

Centauro α *e* β.

Cielo.

Colomba.

Compasso.

Coppa.

Corona australe.

Corvo.

Croce del Sud α.

Dorado.

Eridano α *(Achernar).*

Fenice.

Fornello chimico.

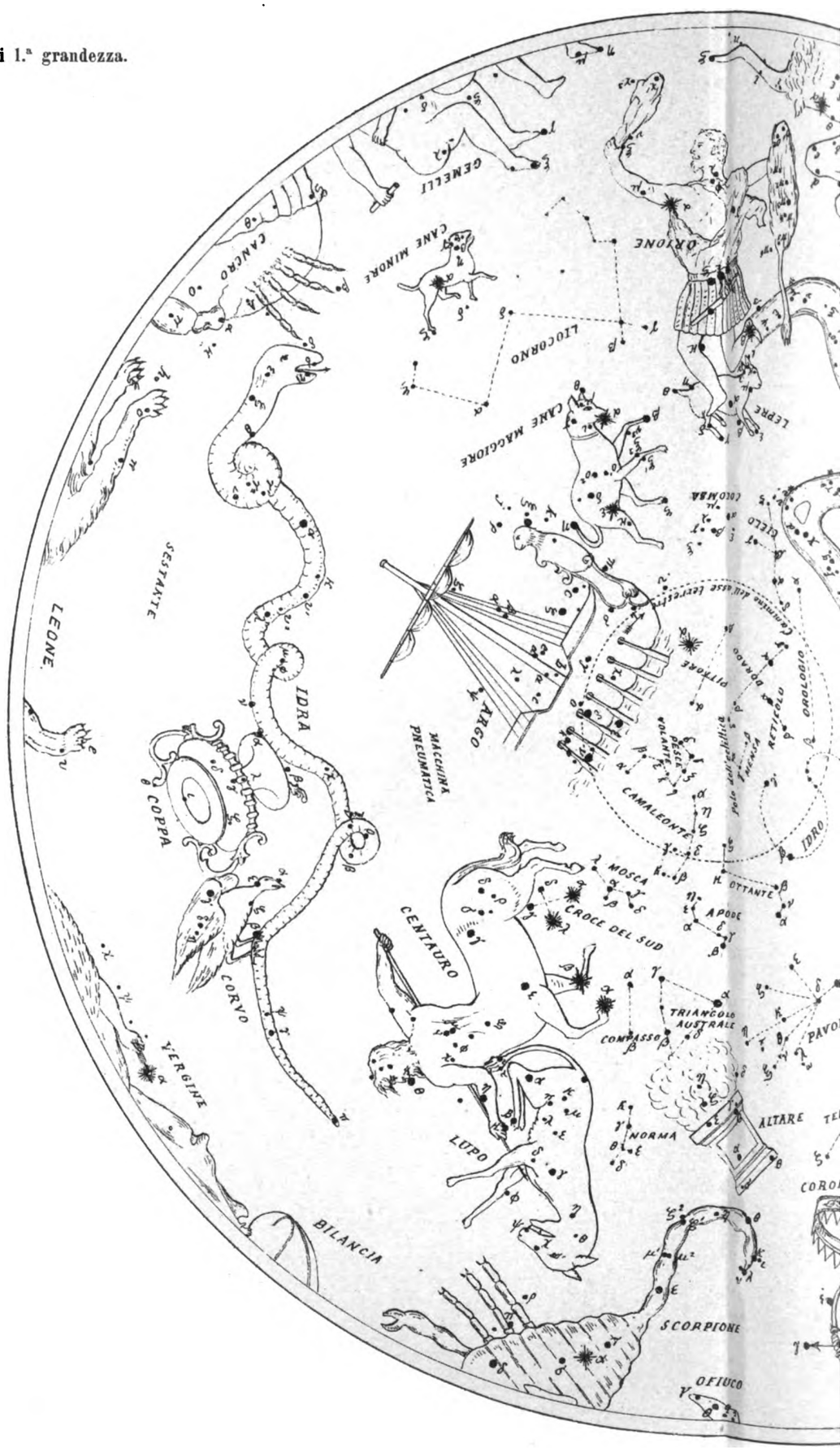
Gemelli.

Gru.

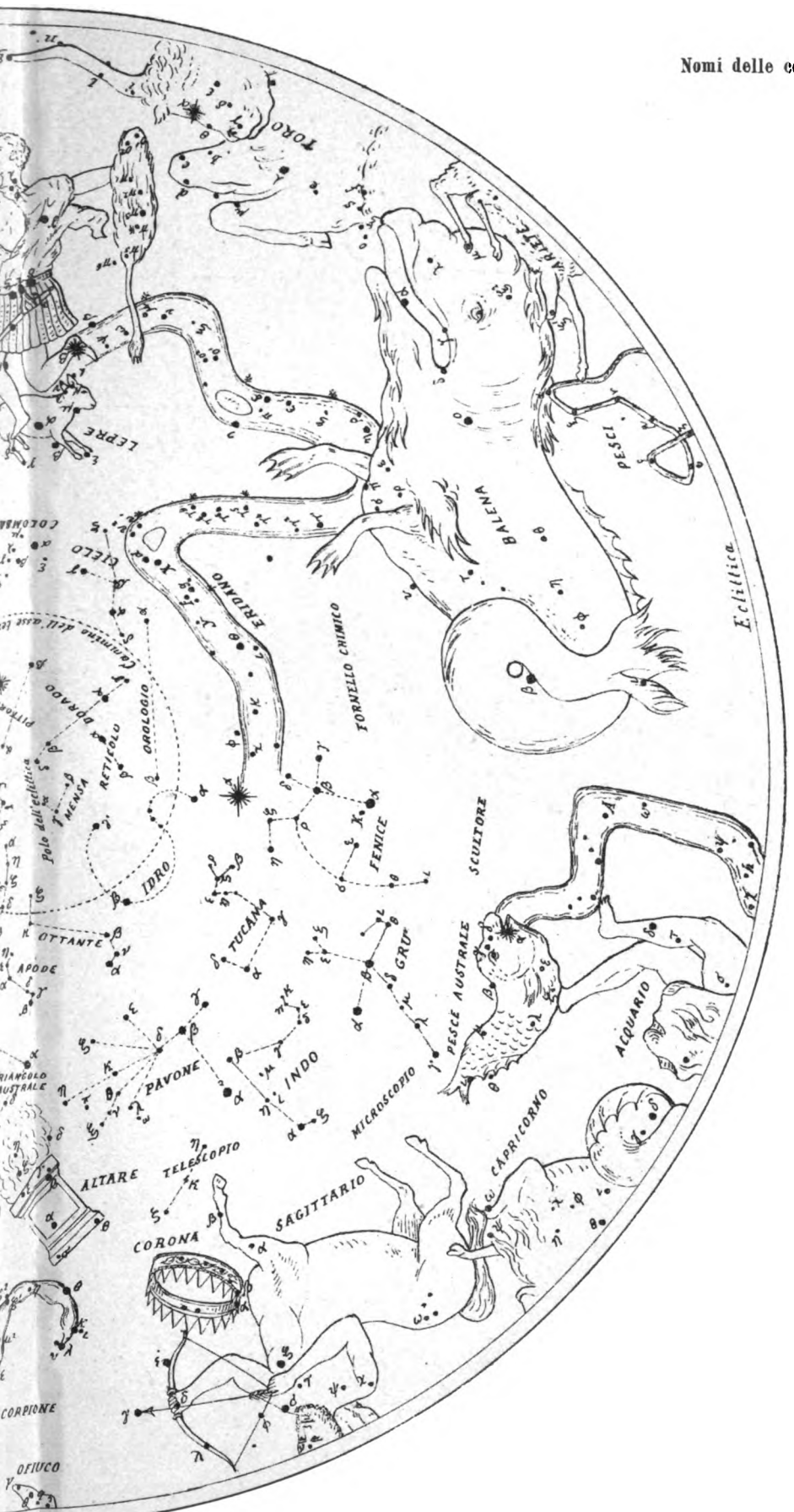
Idra.

Idro.

Indo.



Digitized by Google



Nomi delle costellazioni e stelle di 1.ª grandezza.

Leone.

Lepre.

Liocorno.

Lupo.

Macchina pneumatica.

Mensa.

Microscopio.

Mosca.

Norma.

Ofiuco.

Orione α (Betelgeuse), β (Rigel).

Orologio.

Ottante.

Pavone.

Pesce australe α (Fomalhaut).

Pesce volante.

Pesci.

Pittore.

Reticolo.

Sagittario.

Scorpione α (Antares).

Scultore.

Sestante.

Telescopio.

Toro α (Aldebarano).

Triangolo australe.

Tucana.

Vergine α (Spica).

...iuniti d'Arti Grafiche - MILANO

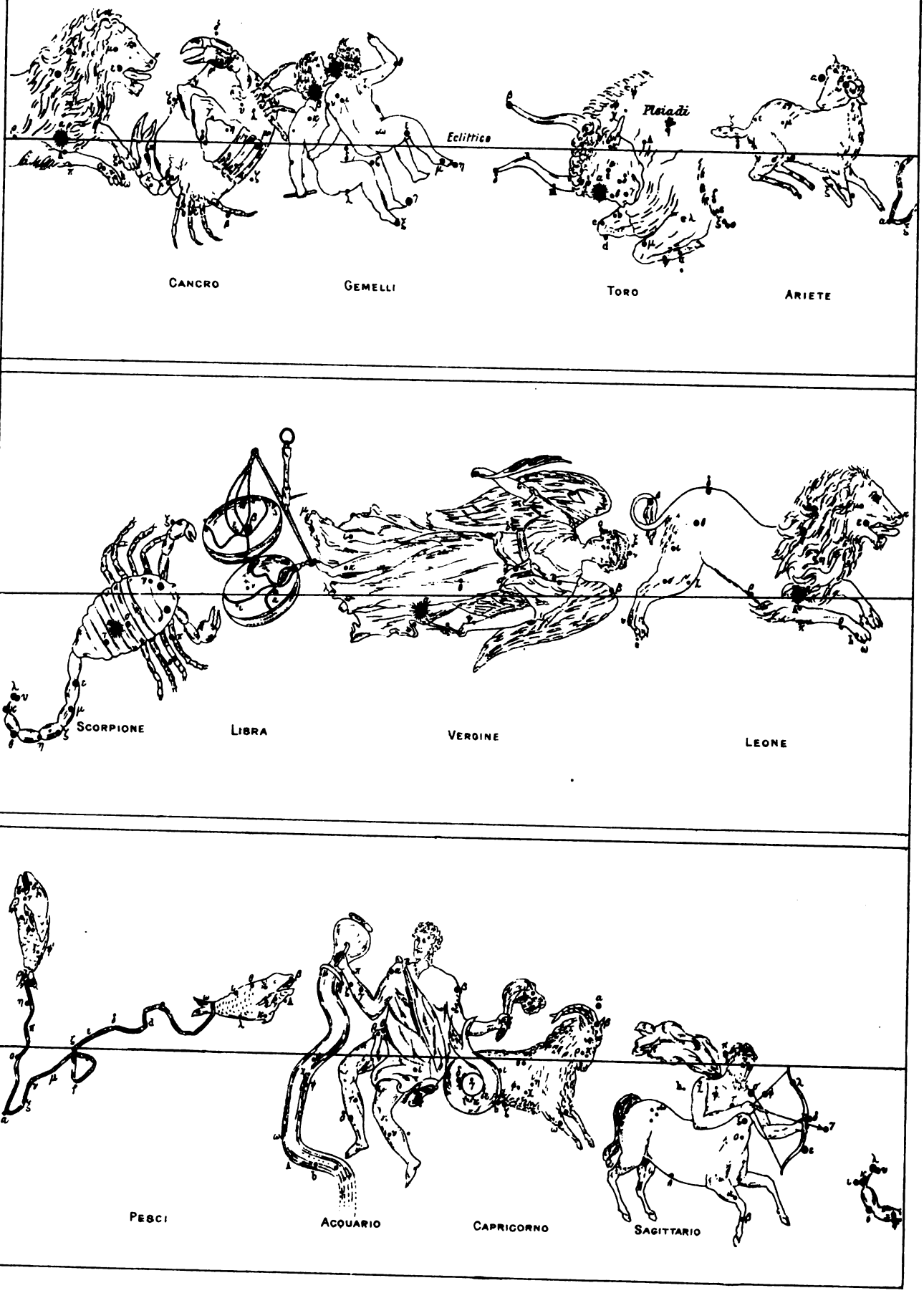
Proprietà Artistica

Digitized by Google

Digitized by Google

COSTELLAZIONI ZODIACALI

Tav. XXVII



Att. Astronomico

Stabilimenti Riuniti d'Arti Grafiche - MILANO

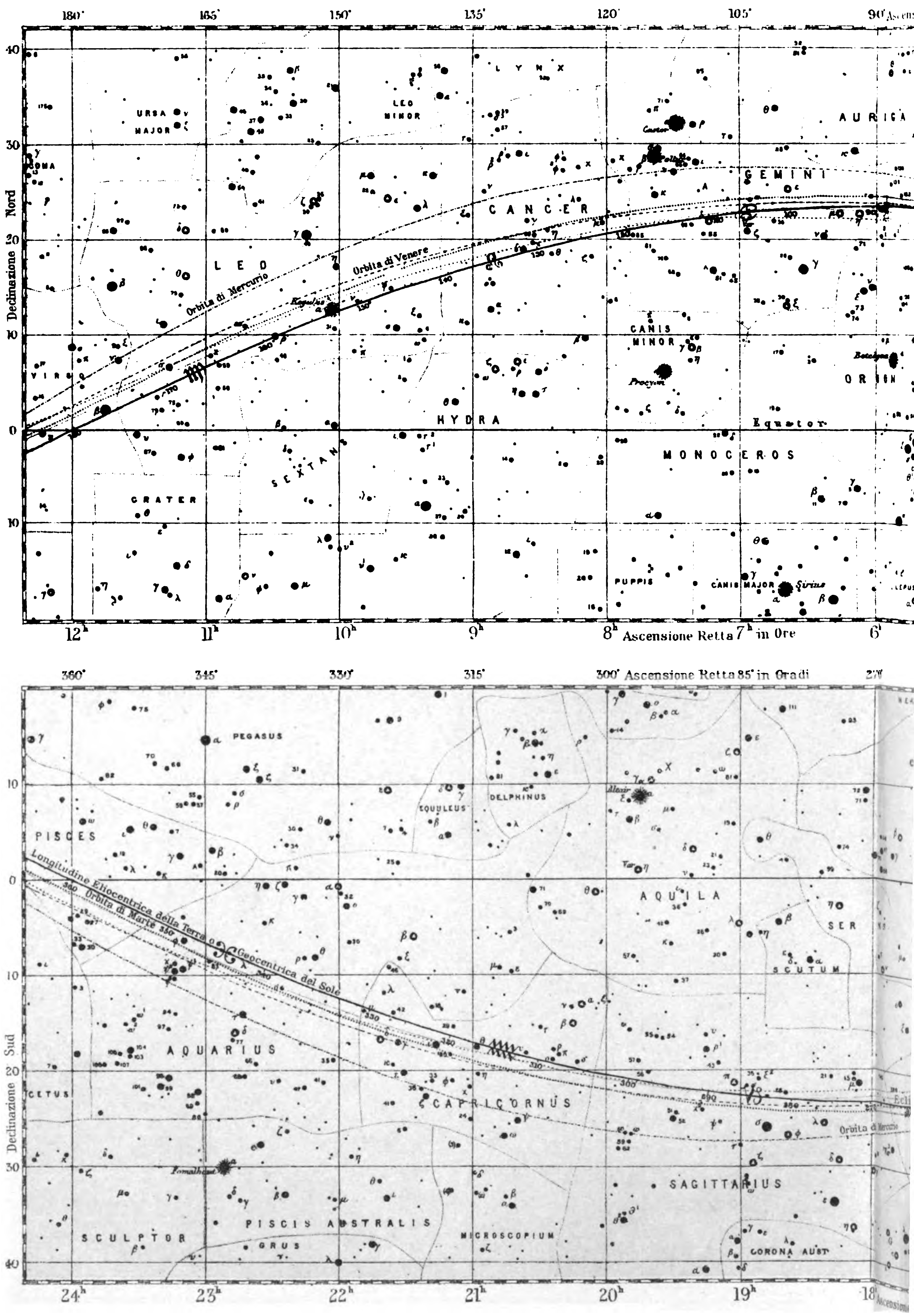
Proprietà Artistica

Digitized by Google

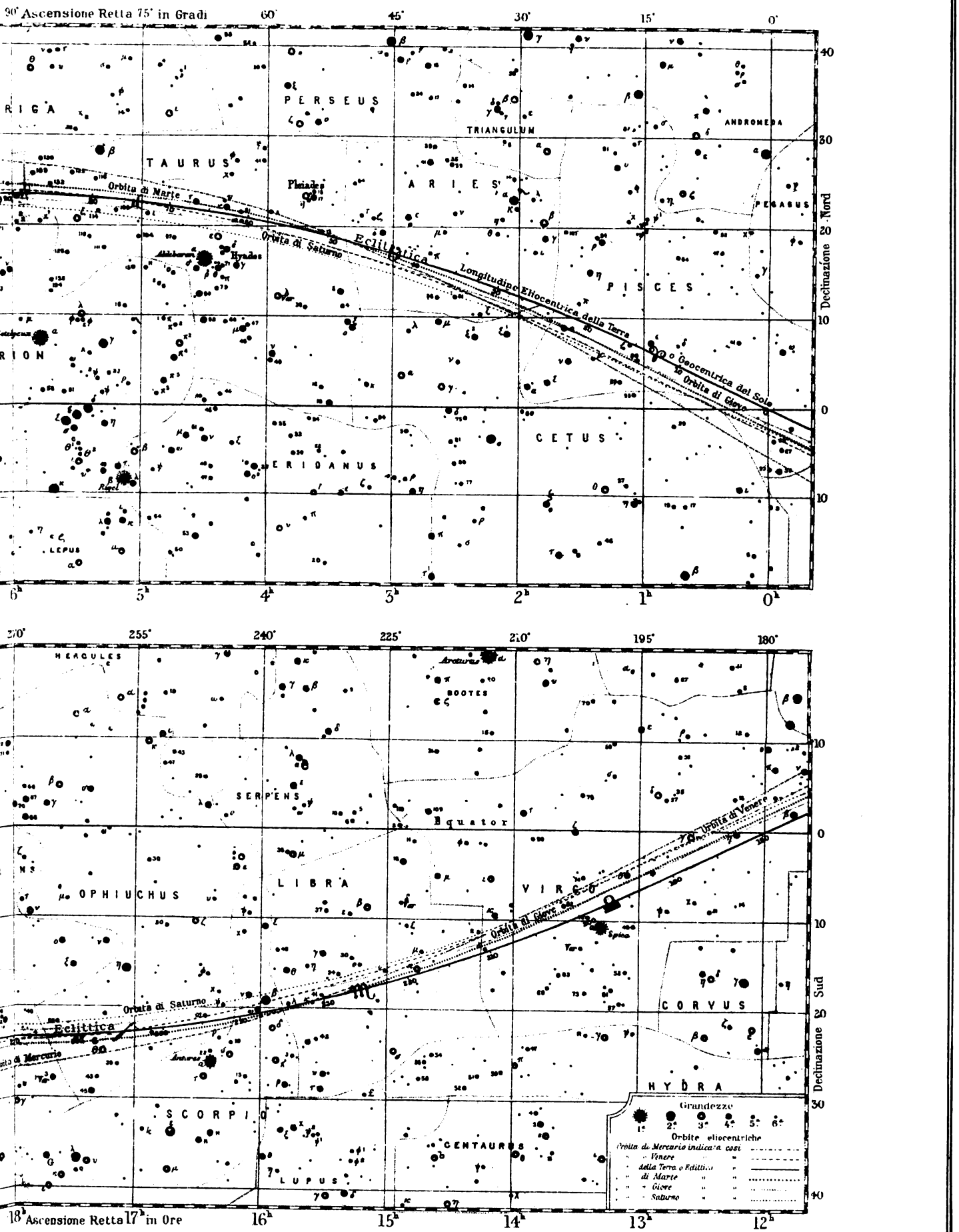
Digitized by Google

Digitized by Google

CARTA STELLARE DELLE REGIONI Z



Digitized by Google



...e d'Arti Grafiche - MILANO

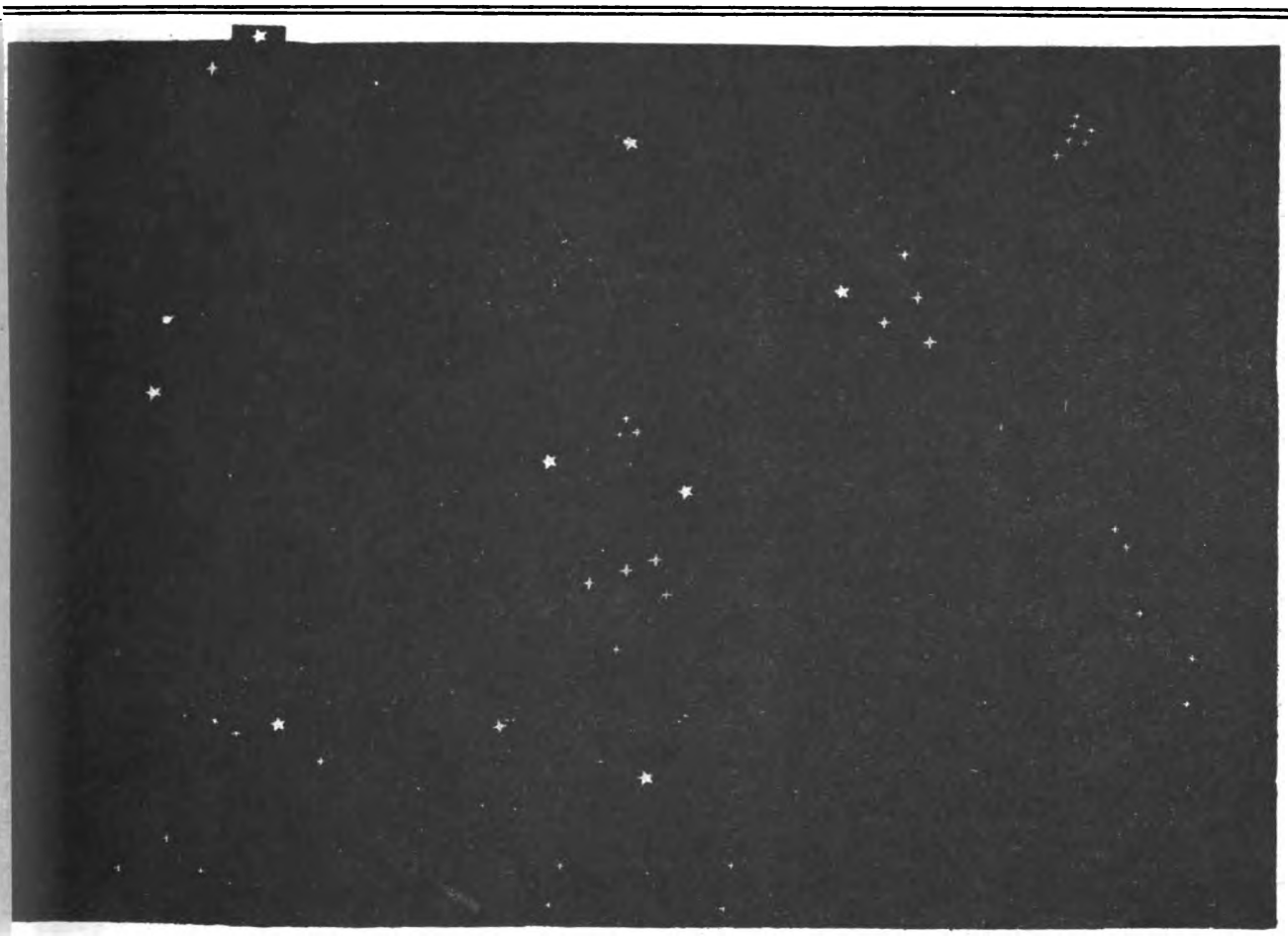
Proprietà Artistica

Digitized by Google

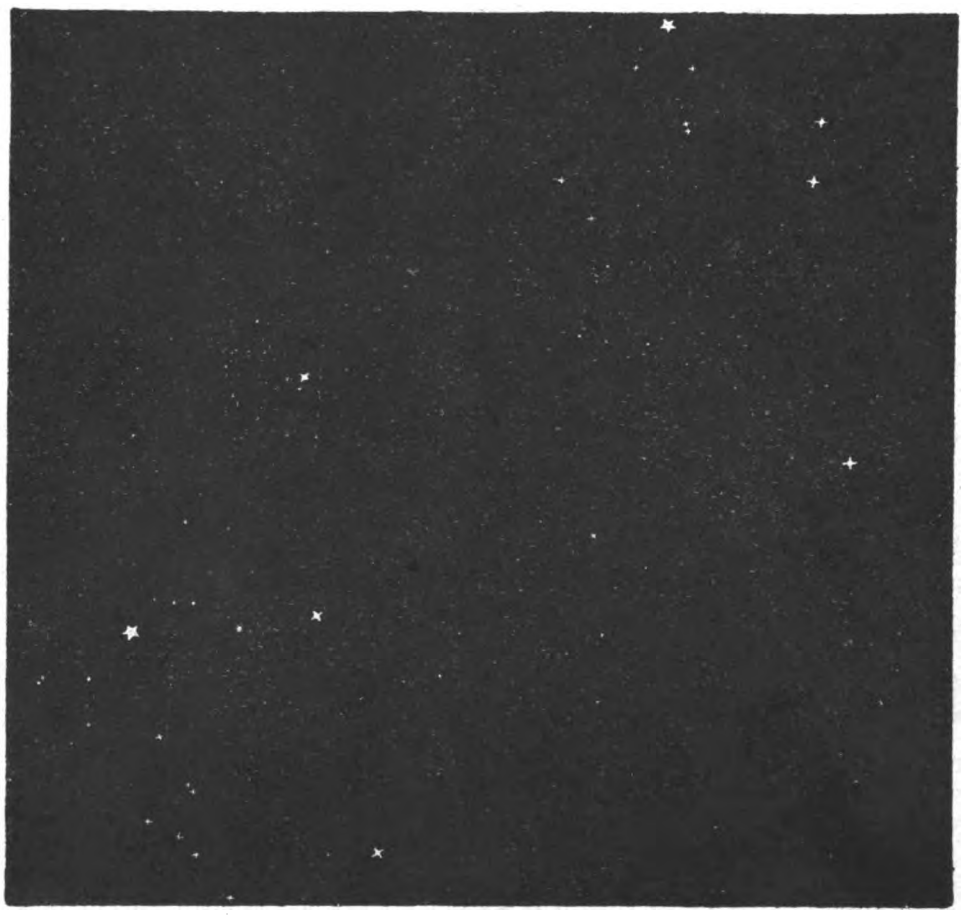
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Orione e stelle adiacenti.



Vega e la Croce del Cigno.

Arti Grafiche - MILANO

Proprietà Artistica

Digitized by Google

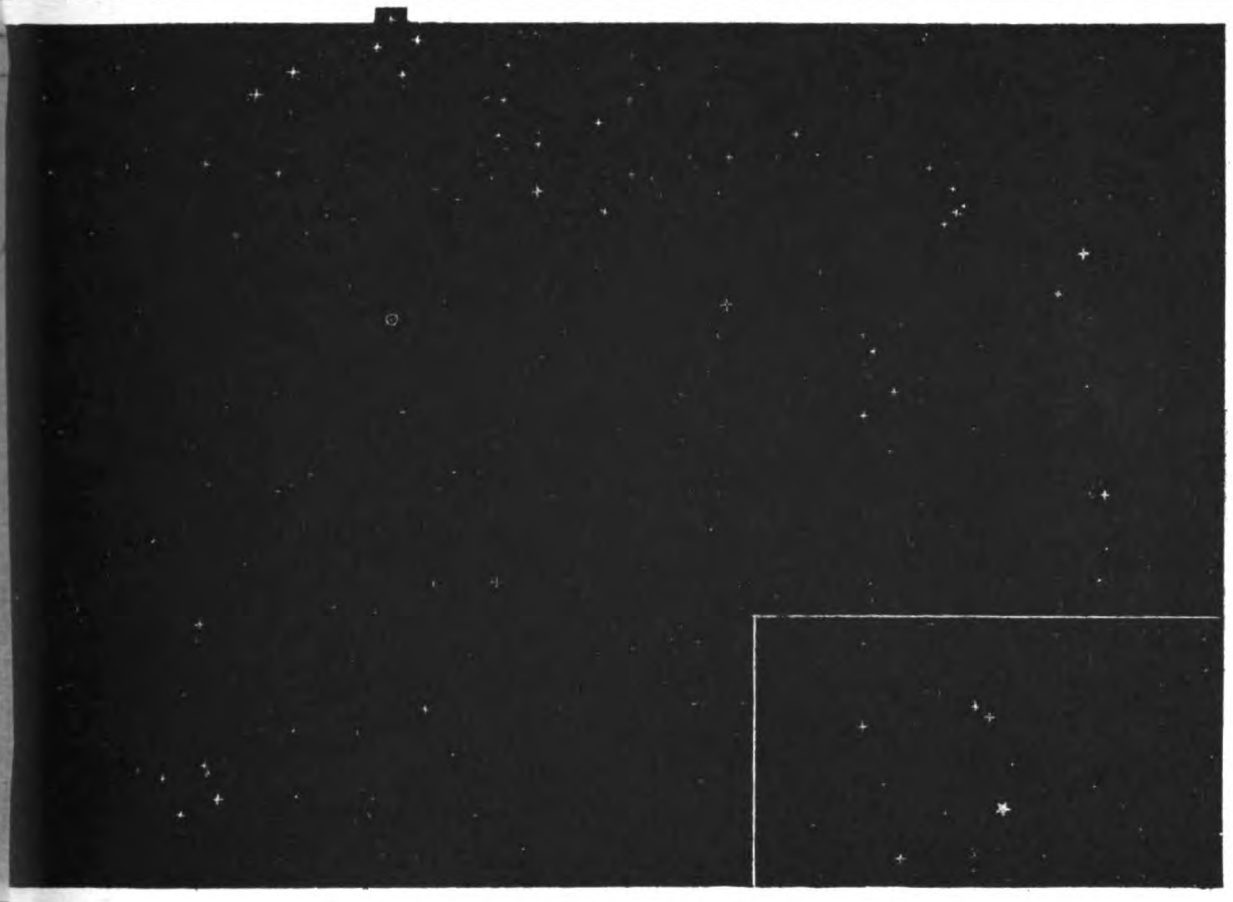
Digitized by Google

Digitized by Google

Principali stelle intorno al Polo Sud.

Arturo (α Bootis), Spica (α Virginis) e Denebola (β Leonis) e stelle adiacenti.

Digitized by Google



Principali stelle intorno al Polo Sud.

rmato da Arturo (α Bootis), Spica (α Virginis) e Denebola (β Leonis) e stelle adiacenti.

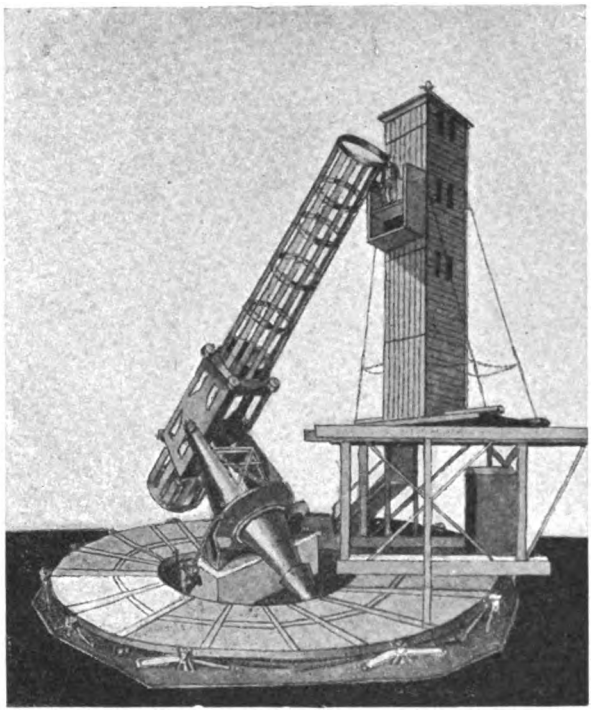
iti d'Arti Grafiche - MILANO

Proprietà Artistica

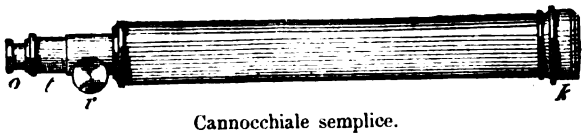
Digitized by Google

Digitized by Google

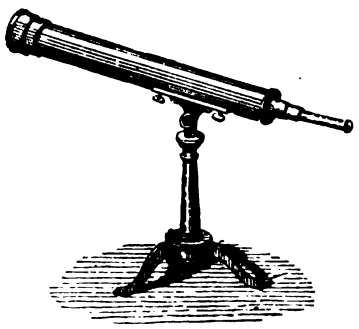
Digitized by Google



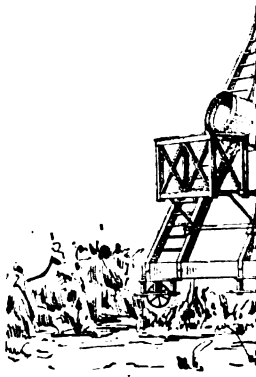
Grande telescopio di Lassel.



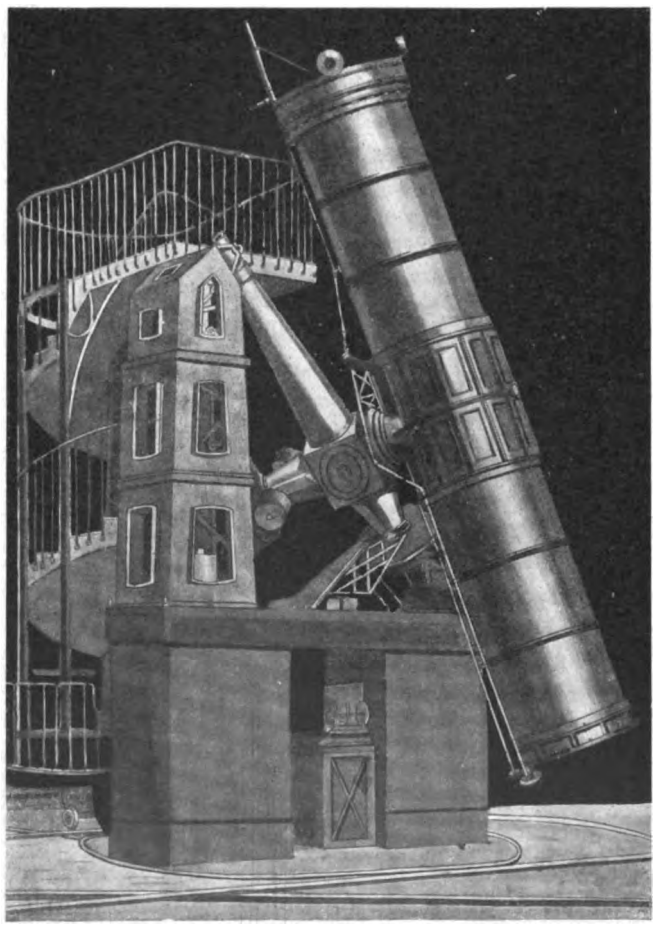
Cannocchiale semplice.



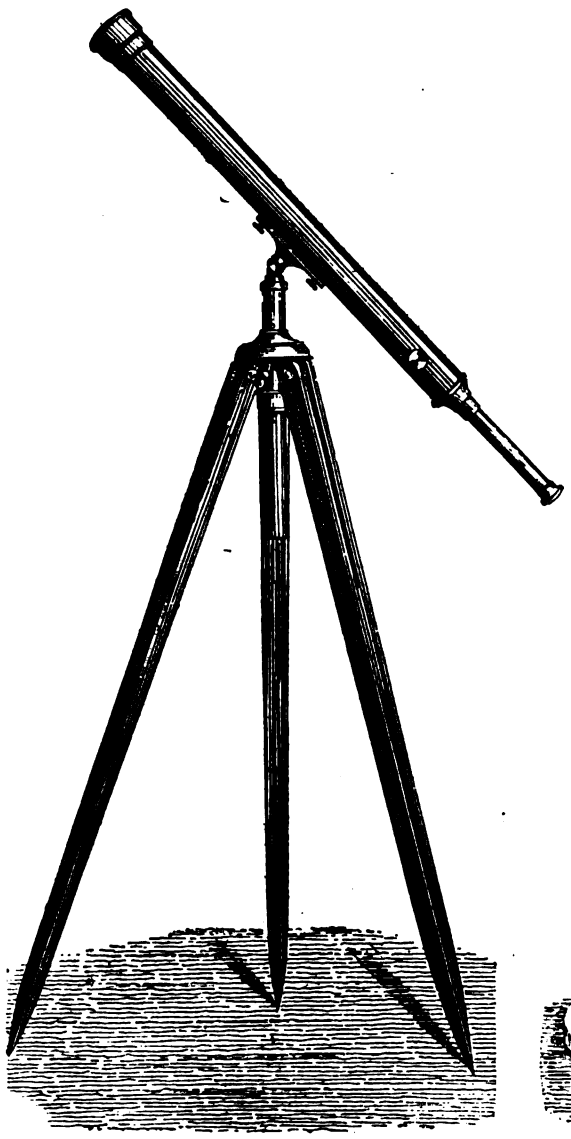
Cannocchiale montato.



Tel



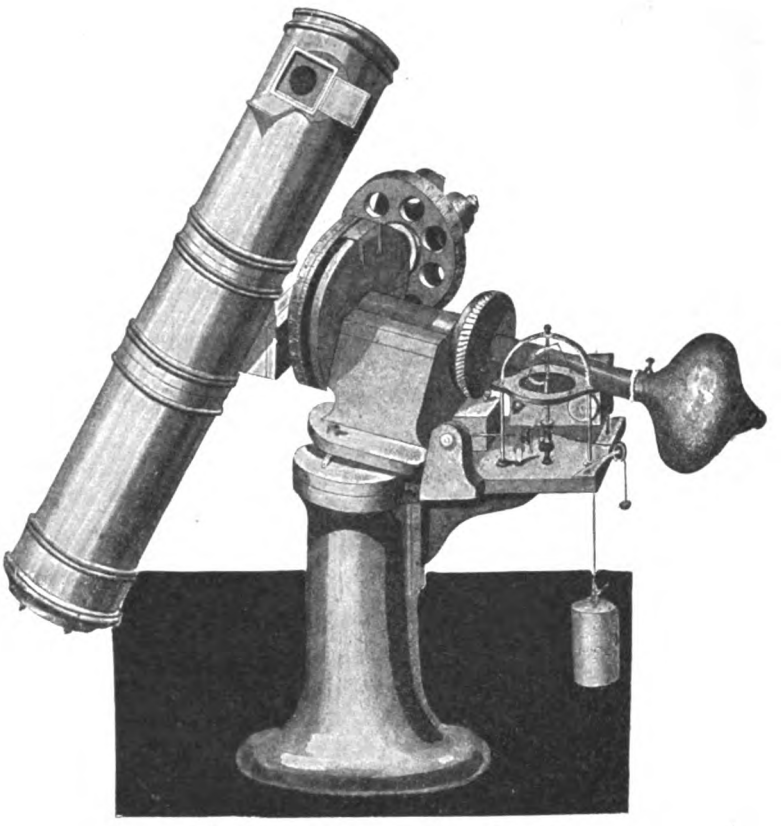
Grande telescopio di Foucault-Martin a Parigi.



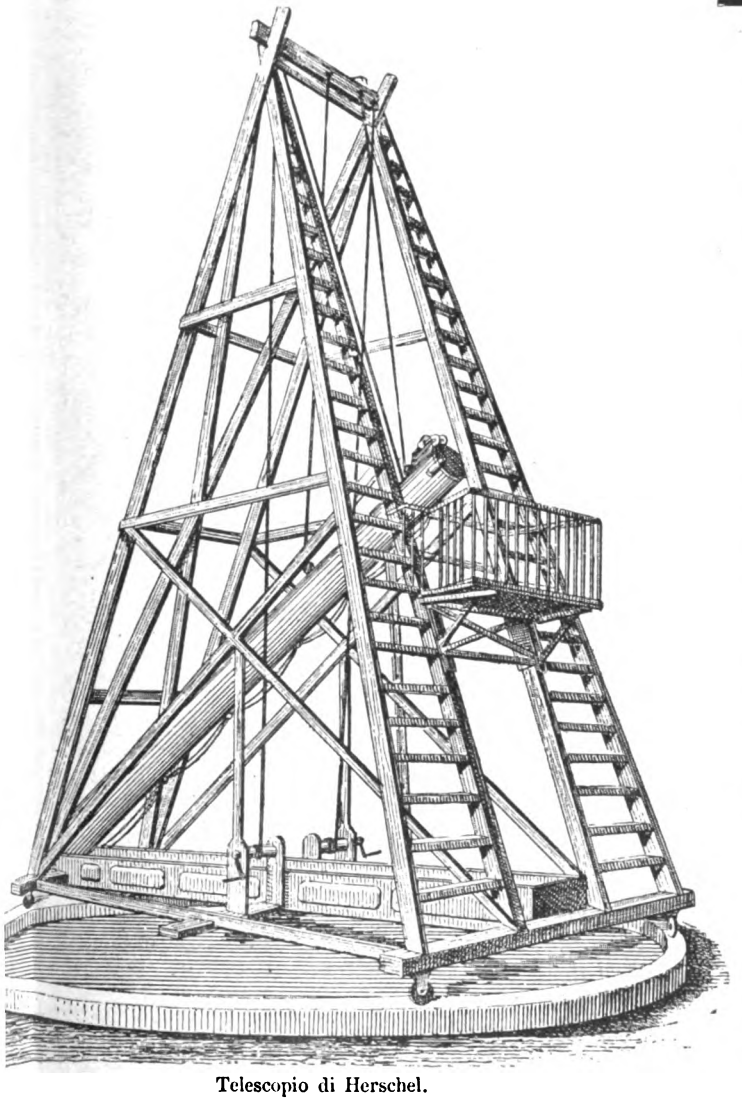
Cannocchiale con treppiede.

Digitized by Google

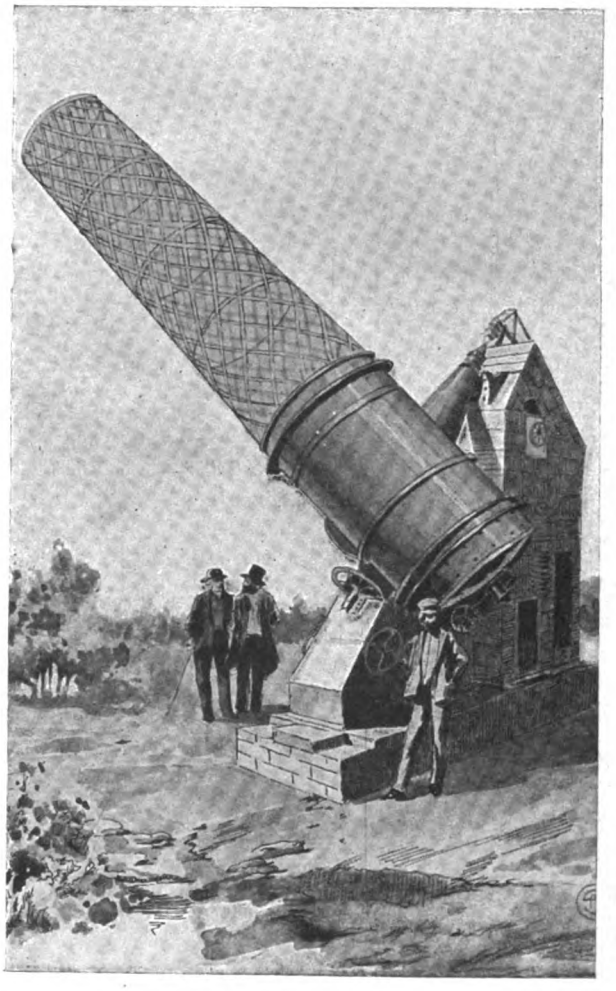
Telescopio del conte di Rosse.



Telescopio newtoniano per fotografie solari.



Telescopio di Herschel.



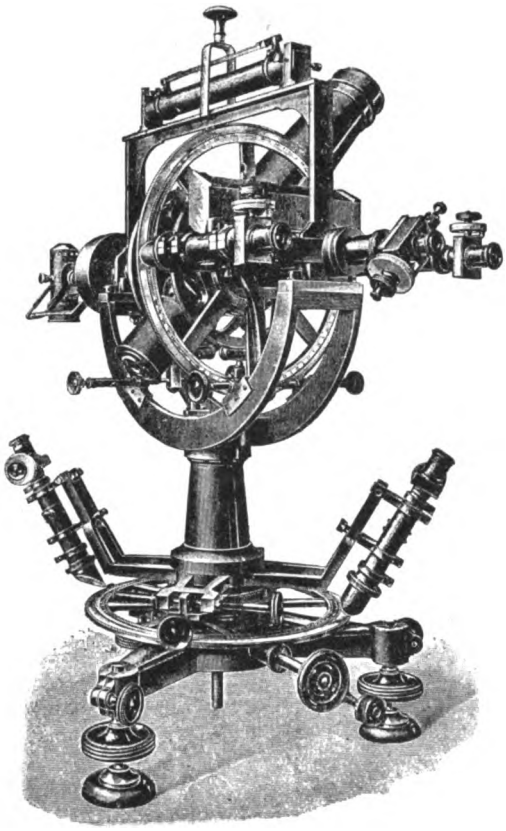
Grande telescopio di Grubb a Melbourne.

Proprietà artistica.

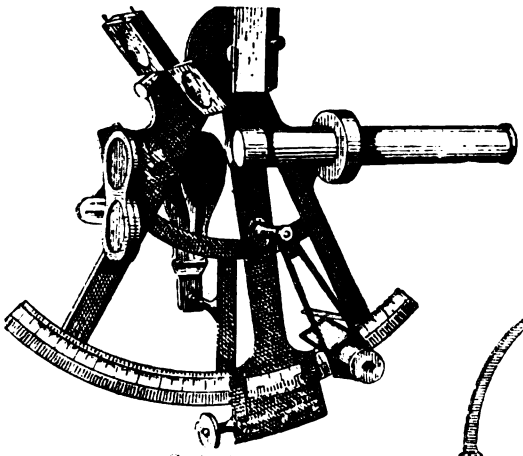
Digitized by Google

Digitized by Google

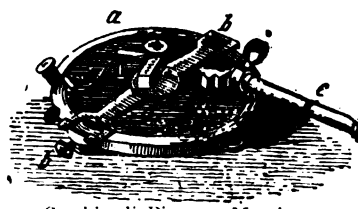
Digitized by Google



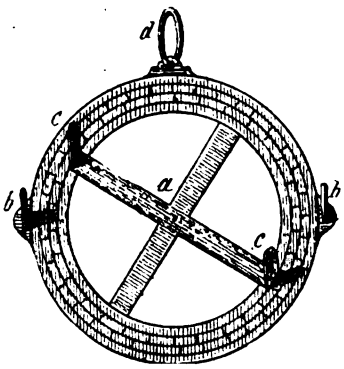
Universale a cannocchiale spezzato.



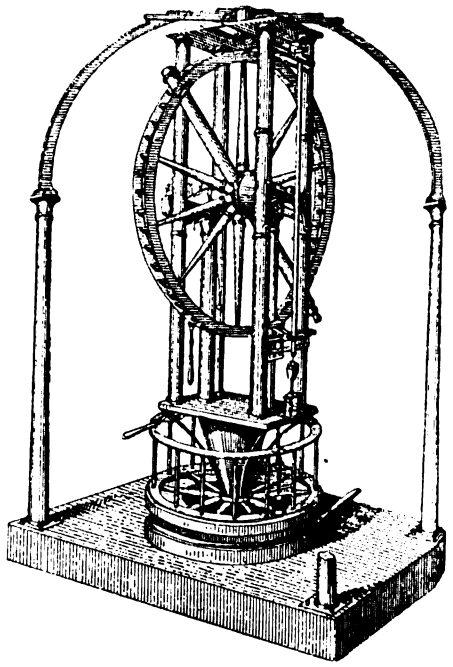
Sestante.



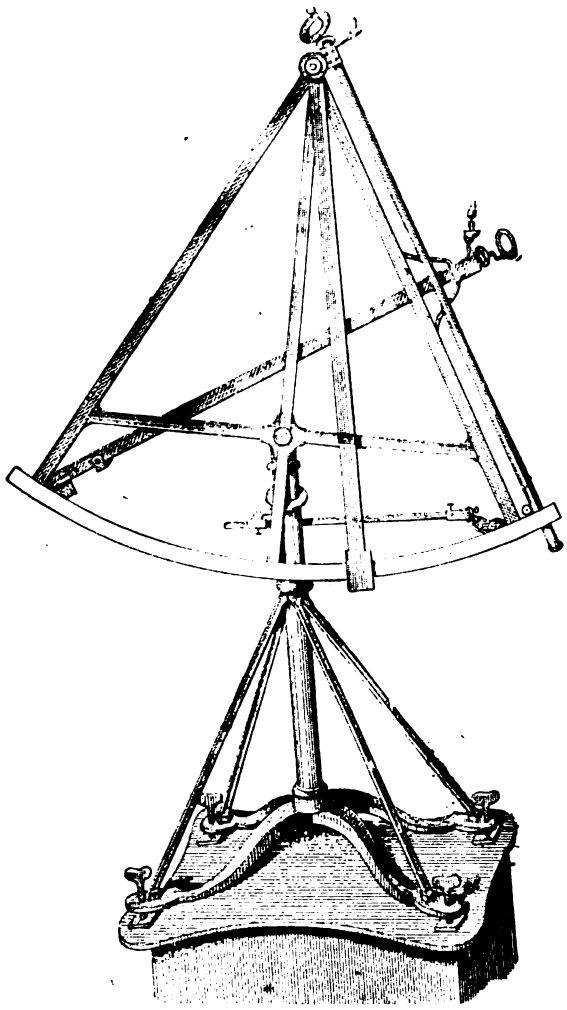
Cerchio di Pistor e Martins.



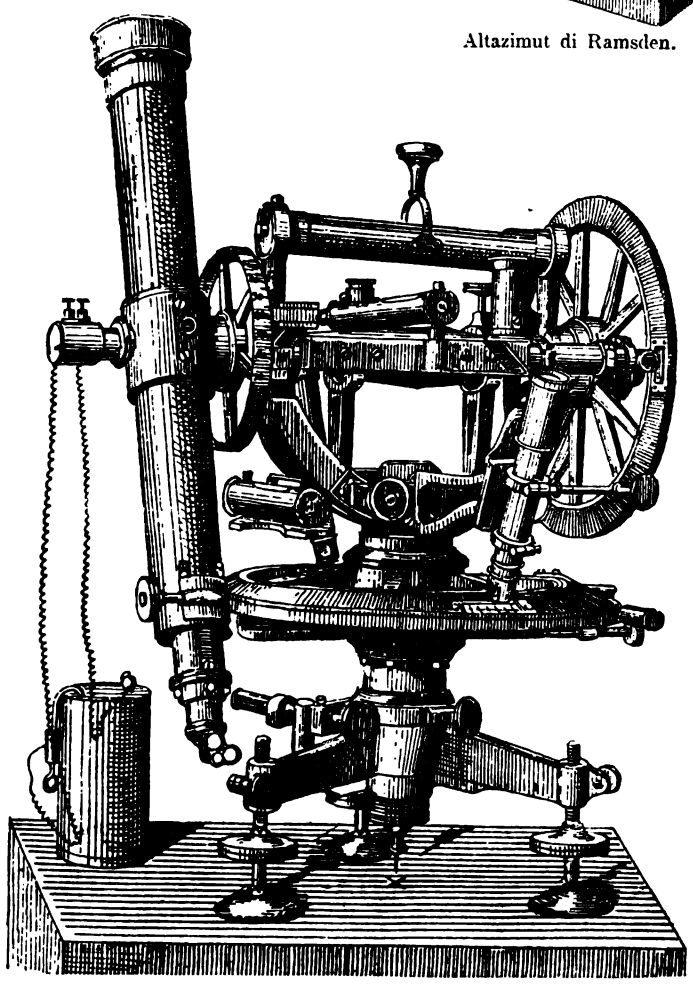
Astrolabio.



Altazimut di Ramsden.

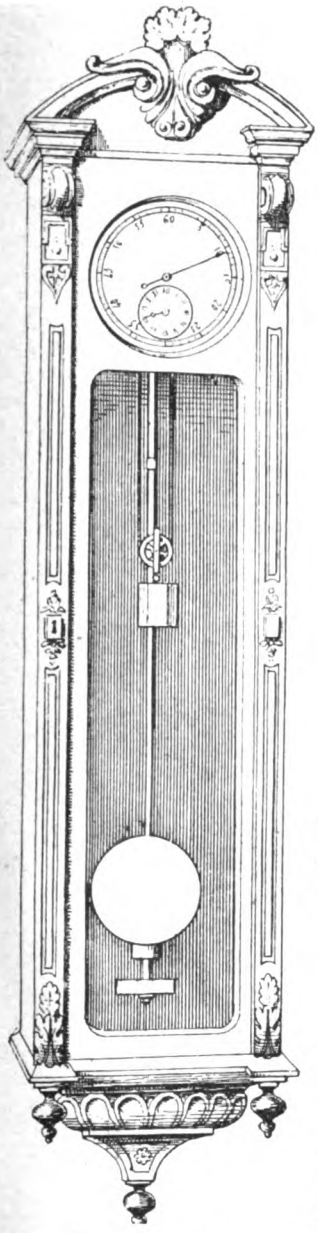


Sestante antico trasportabile.

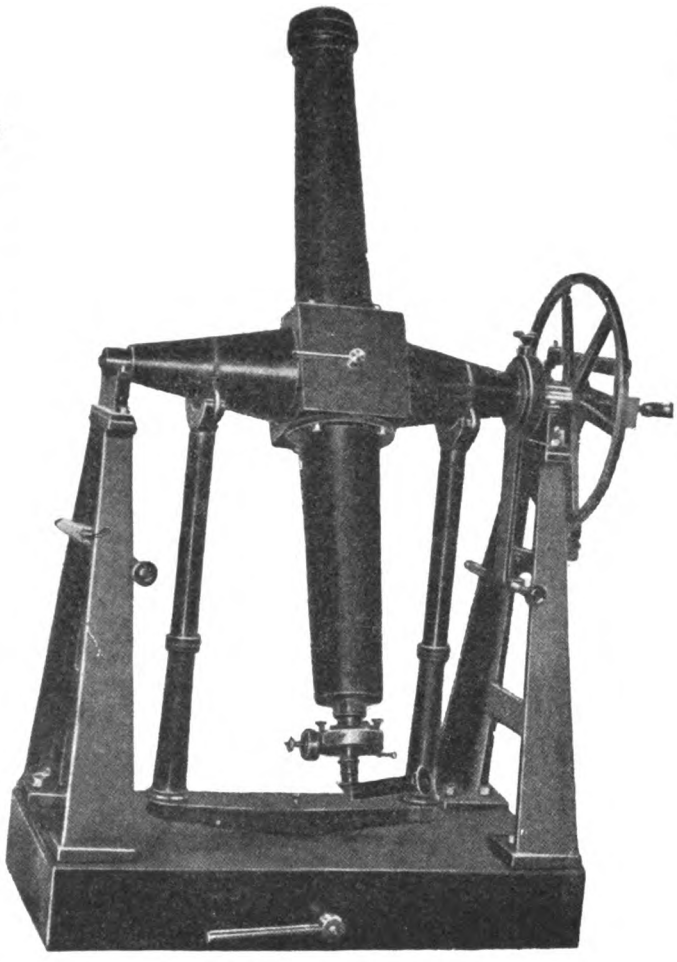


Altazimut.

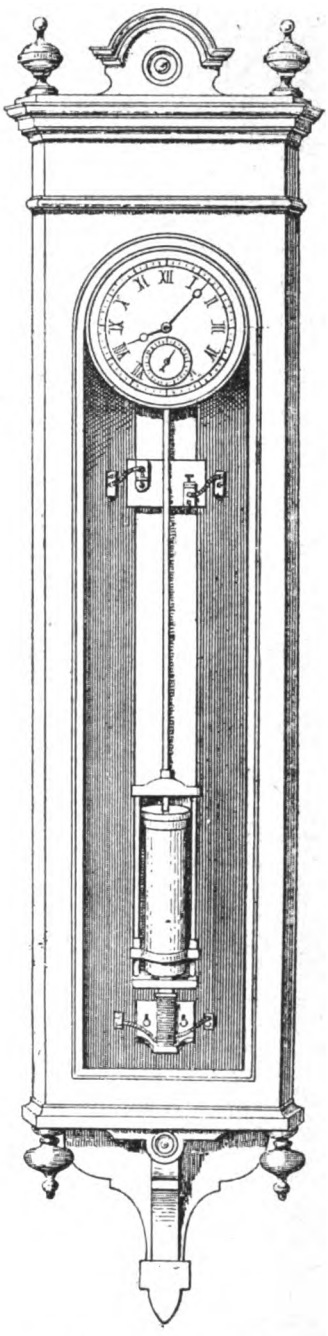
Digitized by Google



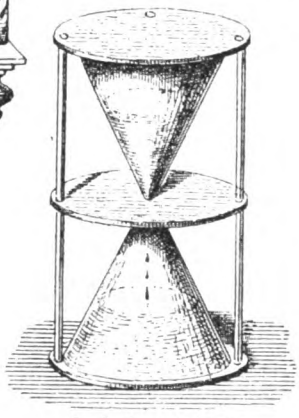
Orologio a peso.



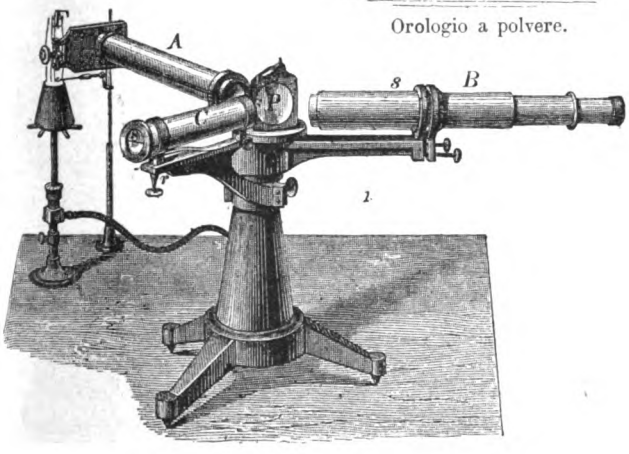
Strumento dei passaggi.



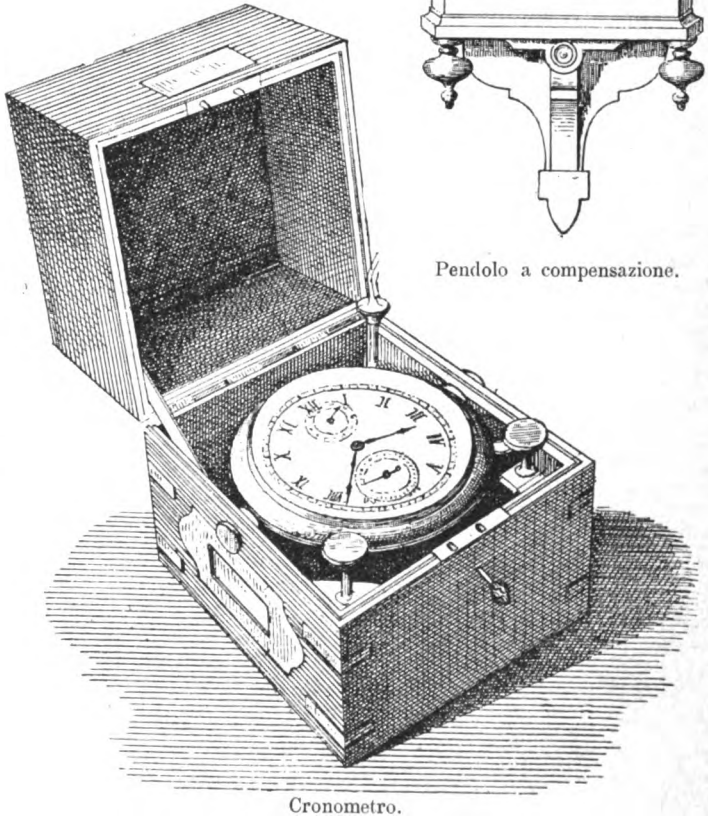
Pendolo a compensazione.



Orologio a polvere.



Spettroscopio.



Cronometro.

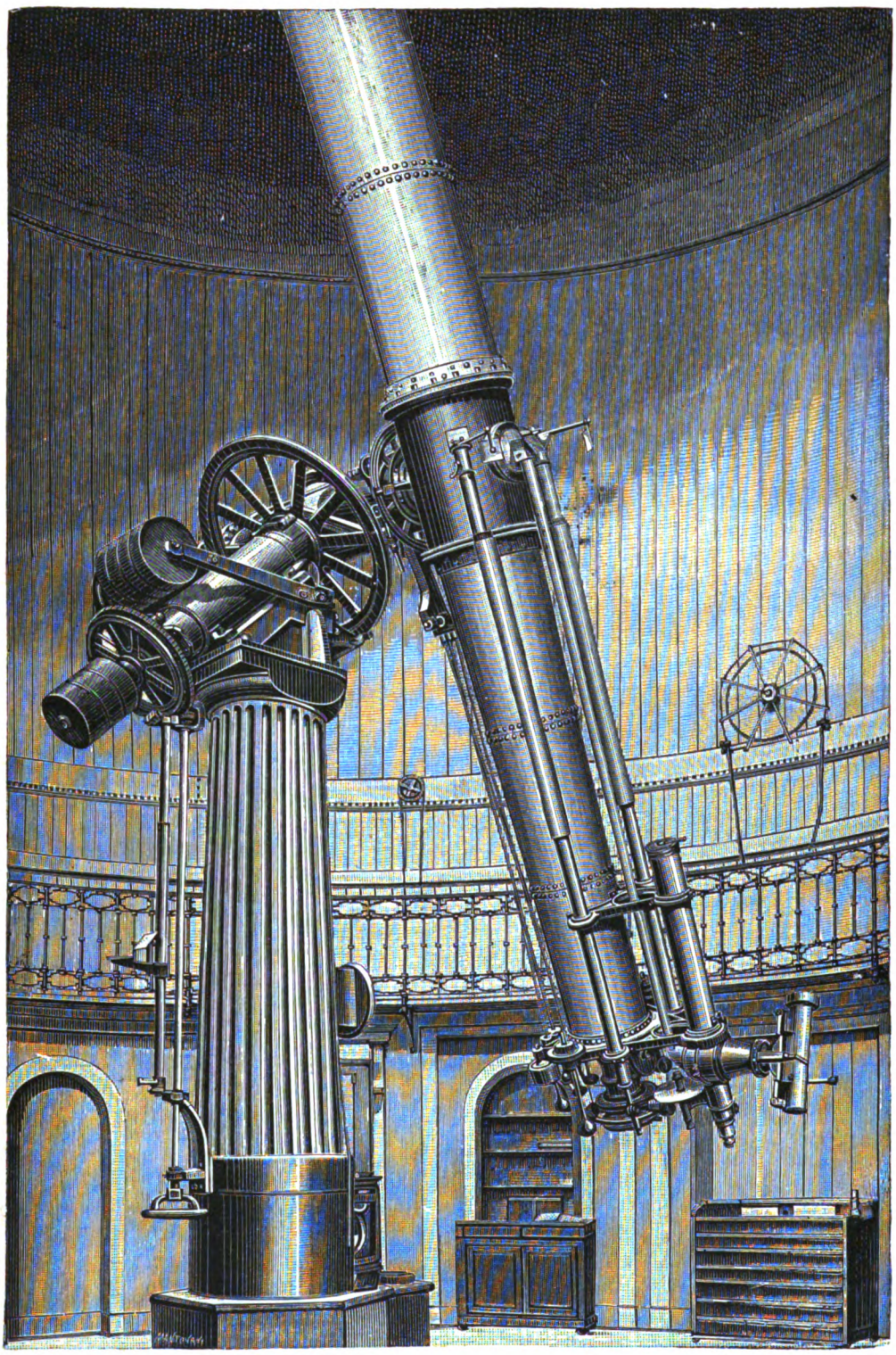
ili d'Arti Grafiche — Milano.

Proprietà artistica.

Digitized by Google

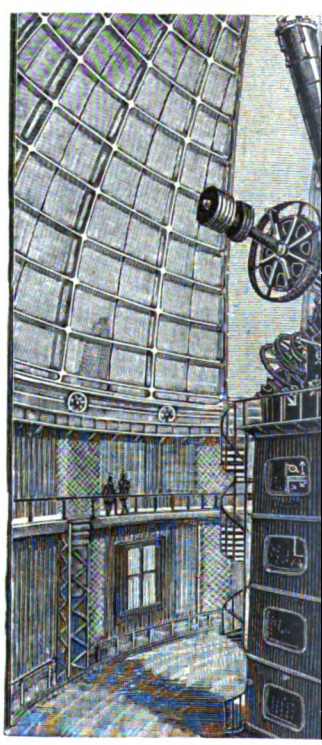
Digitized by Google

Digitized by Google



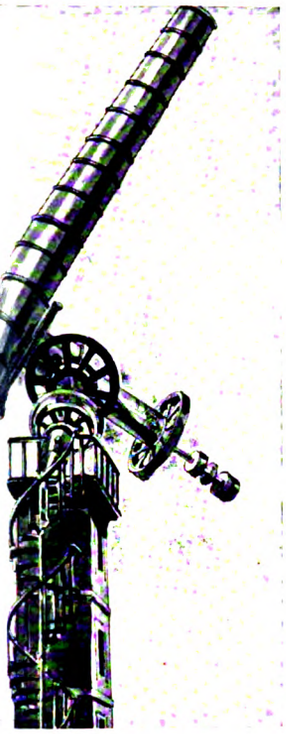
Grande equatoriale dell'Osservatorio di Milano.

Cannocchiale di Y

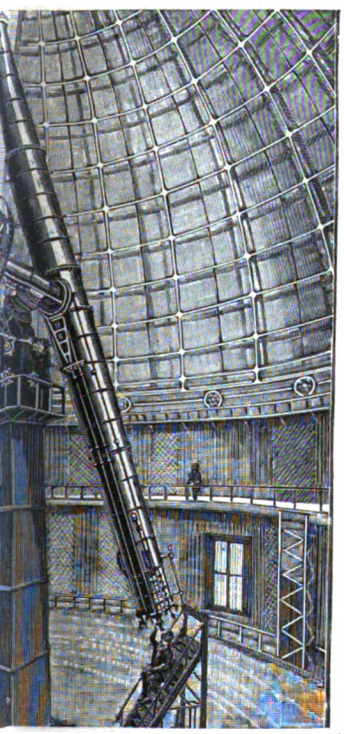


Cann occhiale di

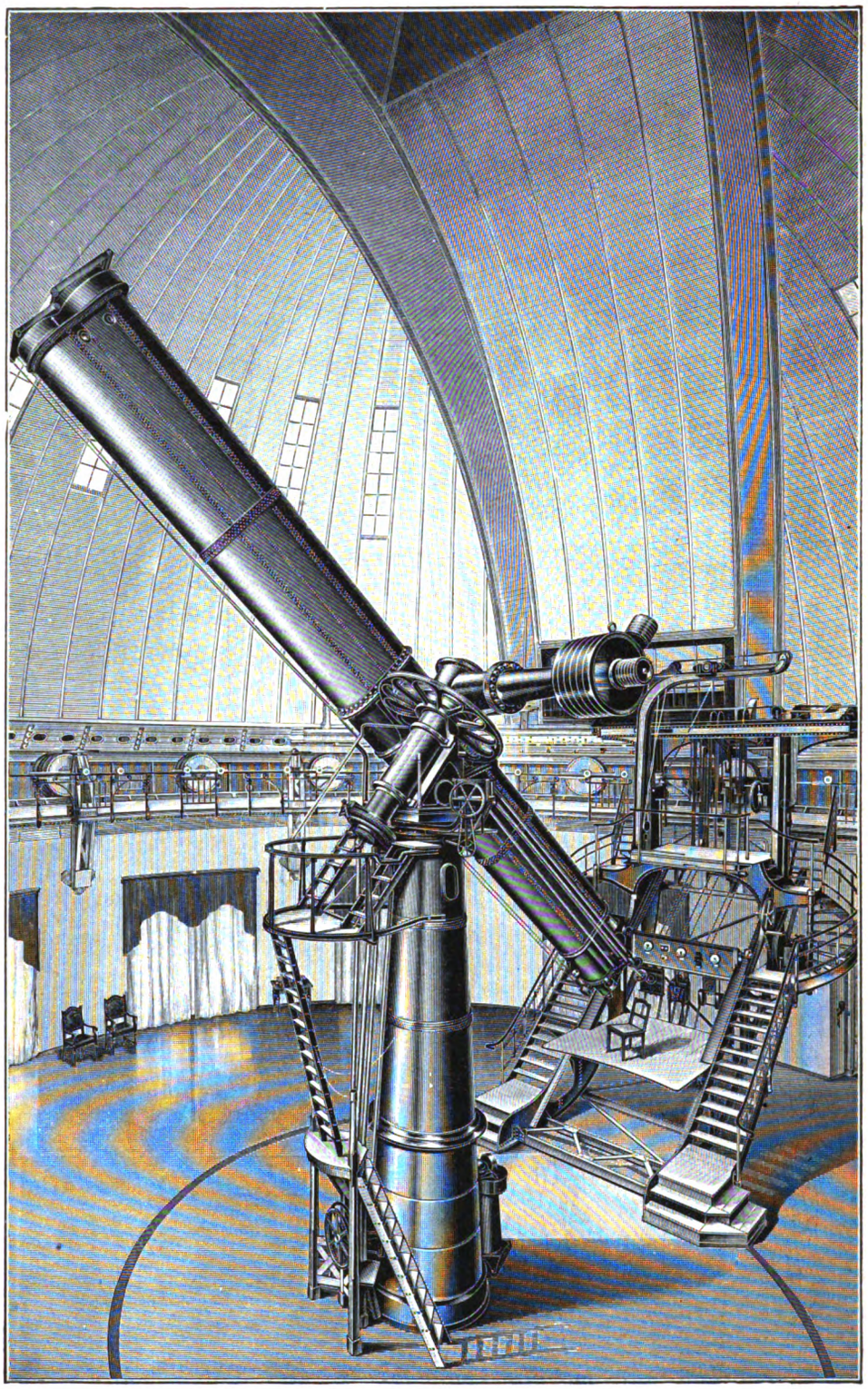
Digitized by Google



Yerkes presso Chicago.



Lick in California.



Grande Rifrattore di Potsdam.

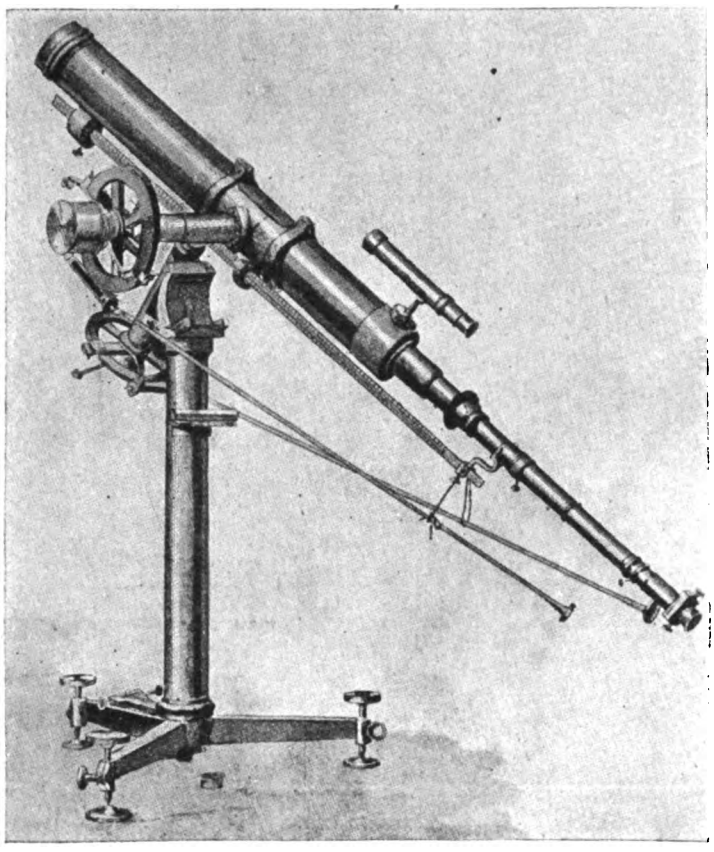
Arti Grafiche — Milano.

Proprietà artistica.

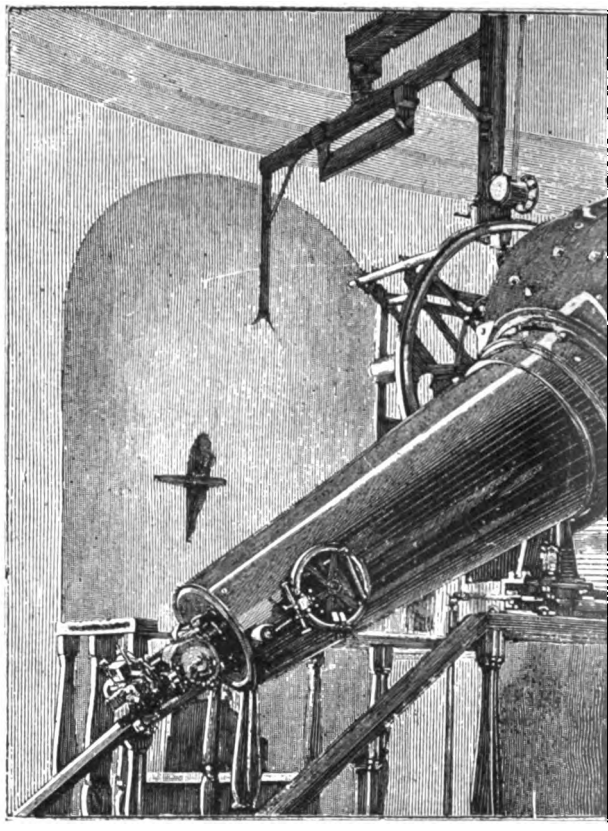
Digitized by Google

Digitized by Google

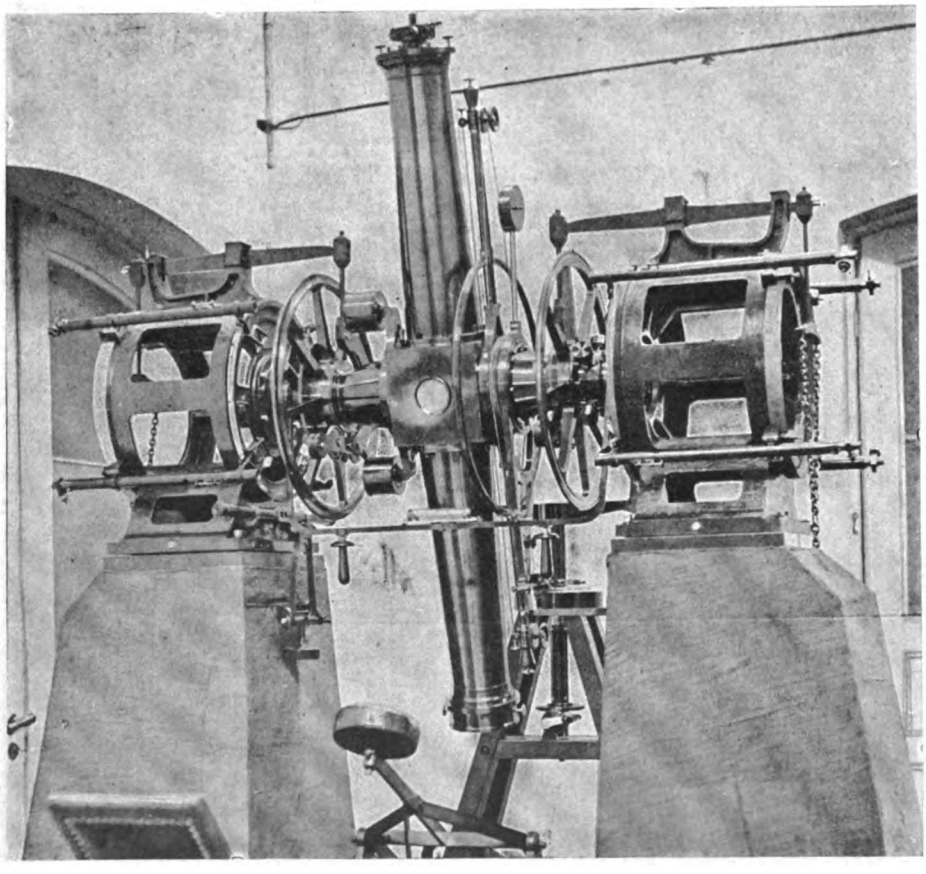
Digitized by Google



Cannocchiale con spettroscopio a visione diretta.



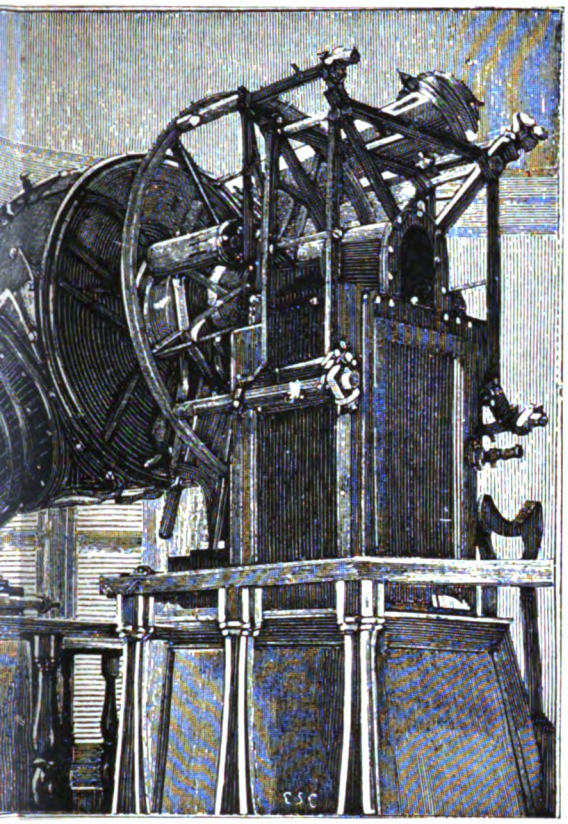
Circolo meridiano dell'Osservatorio



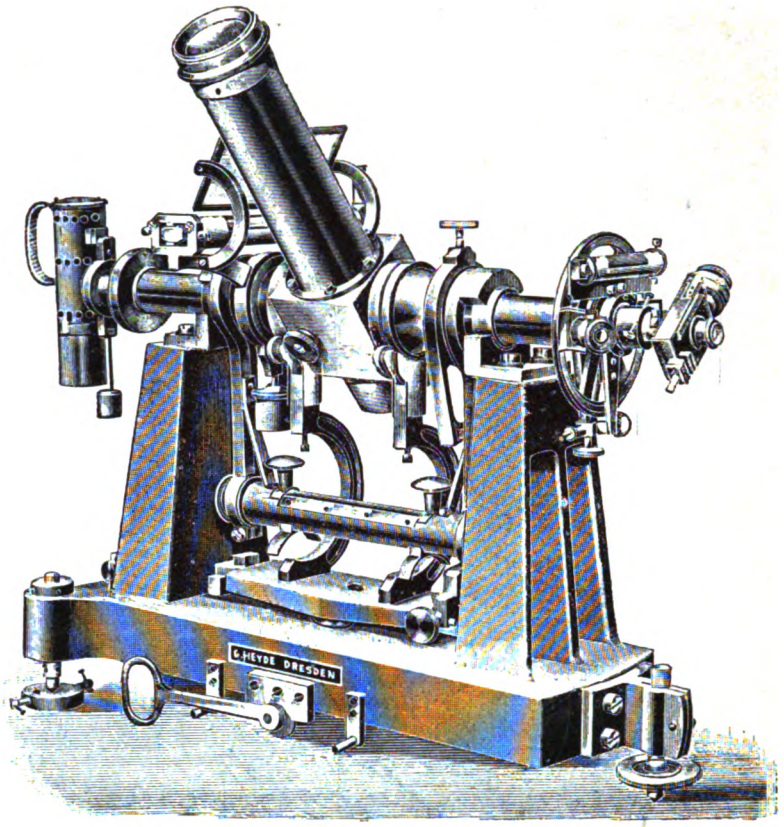
Strumento meridiano di Repsold.

Circolo meridia

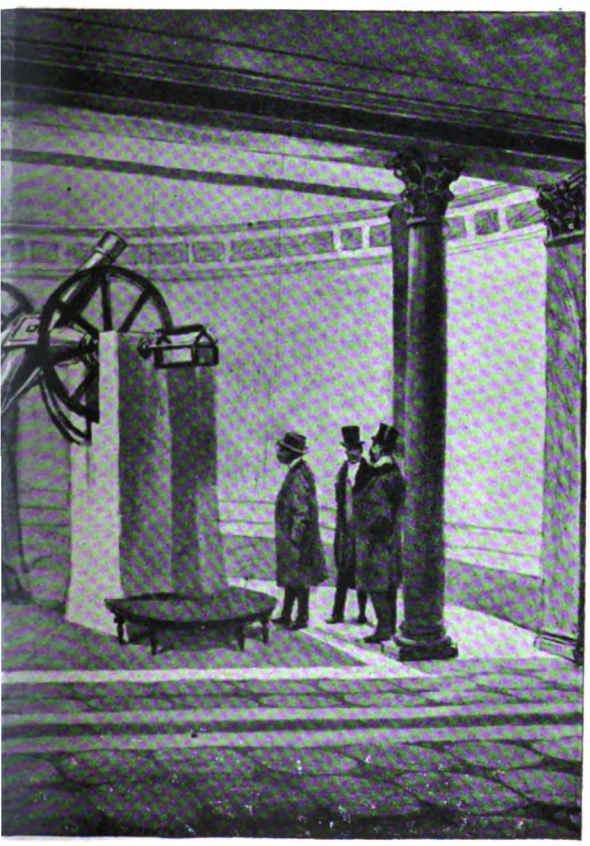
Digitized by Google



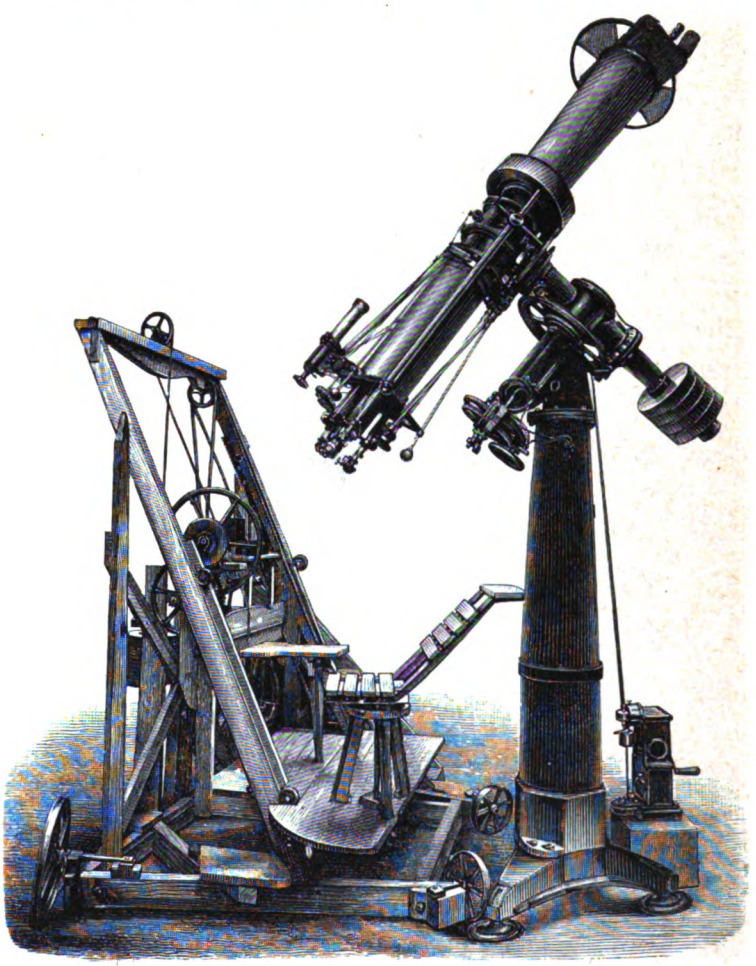
rio del Collegio romano in Roma.



Strumento dei passaggi trasportabile a cannocchiale spezzato.



ano dell'Osservatorio del Campidoglio.



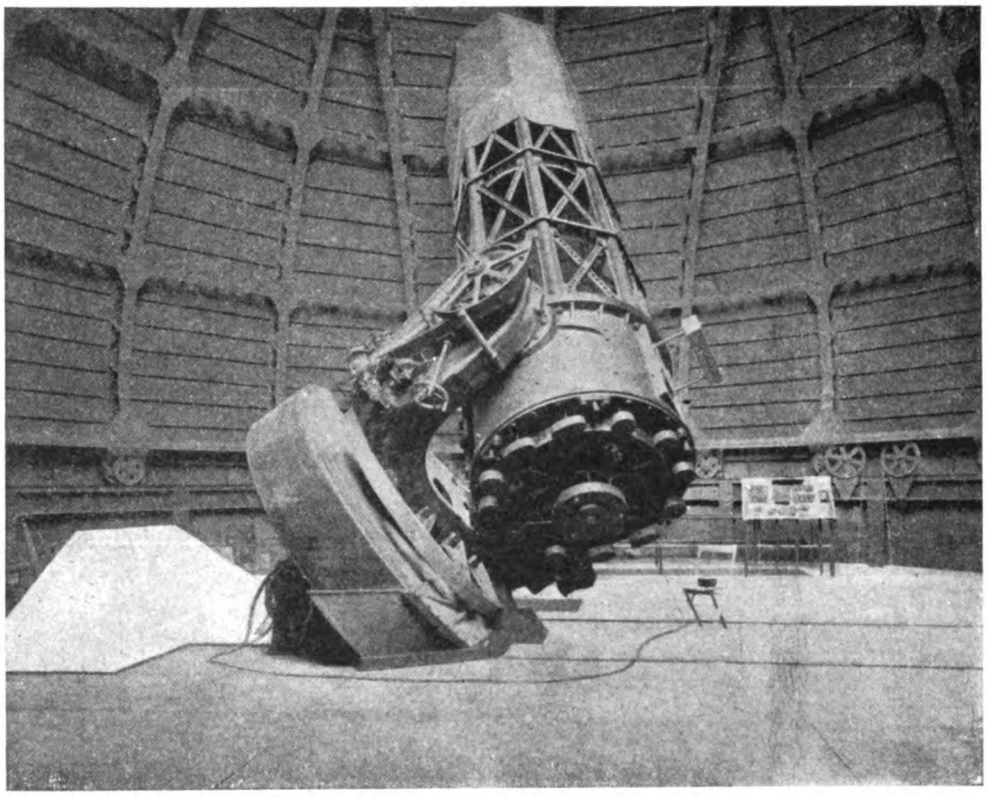
Eliometro con posto di osservazione.

Proprietà artistica.

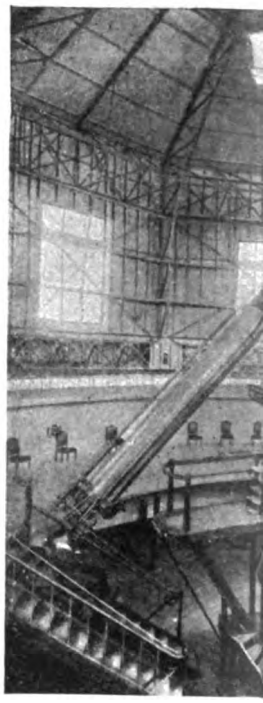
Digitized by Google

Digitized by Google

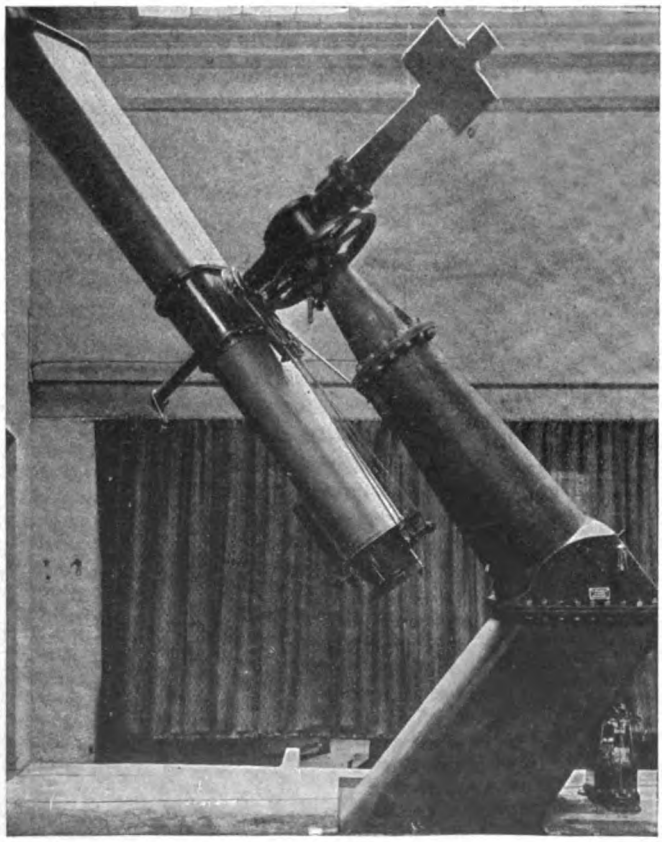
Digitized by Google



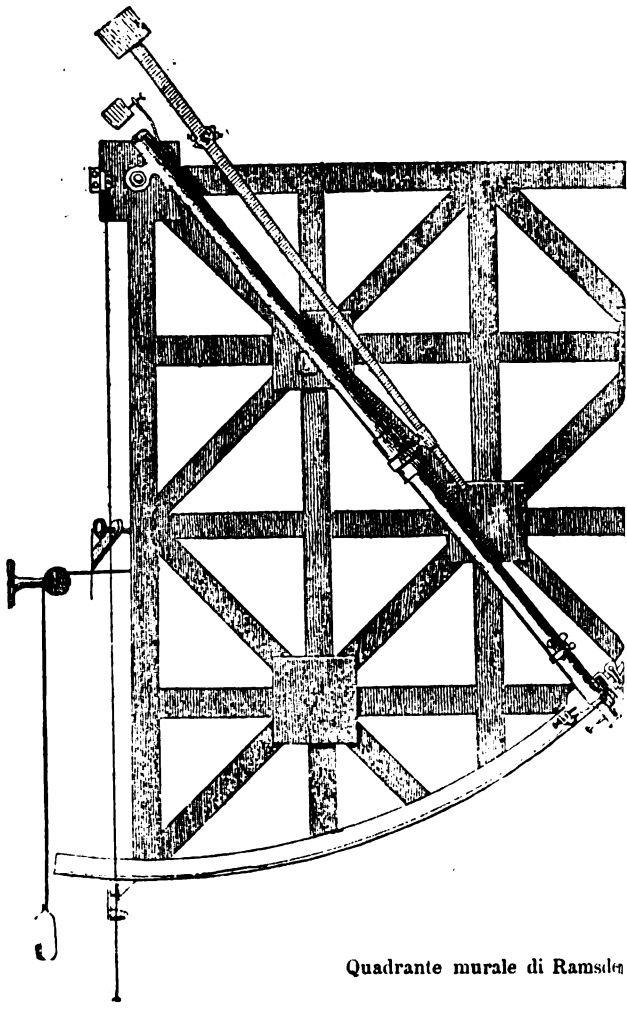
Telescopio riflettore a Monte Wilson montato sotto la cupola.



Il grande refrattore dell'oss
(Veduta



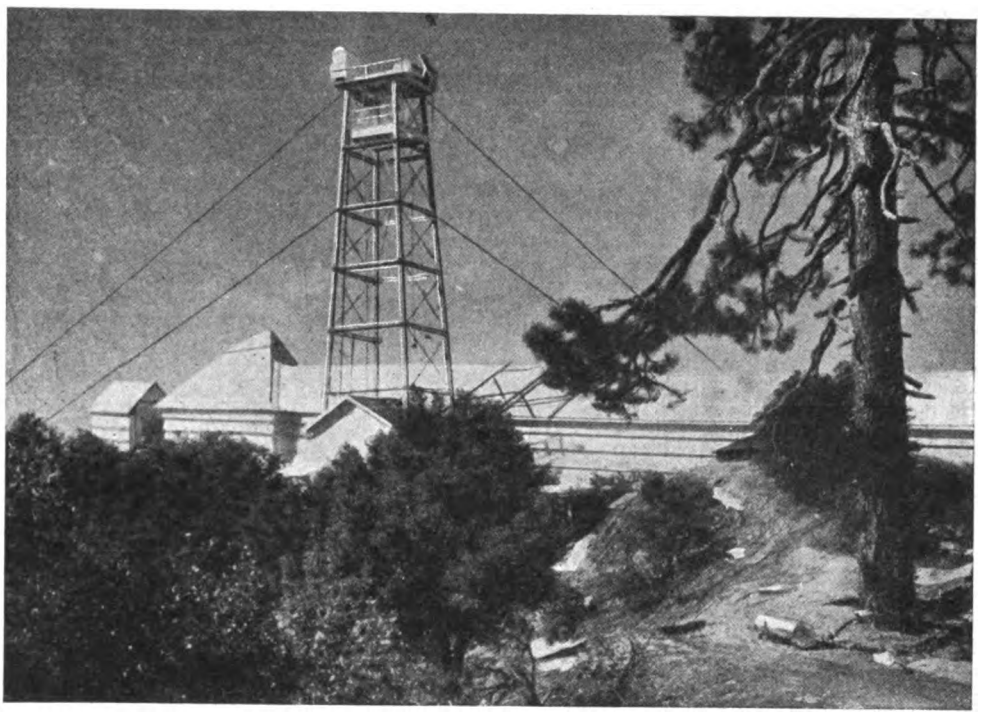
Riflettore fotografico di Potsdam.



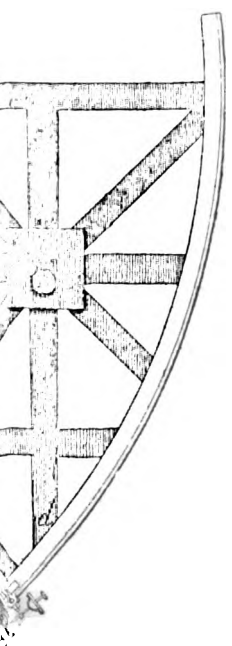
Quadrante murale di Ramsden

Digitized by Google

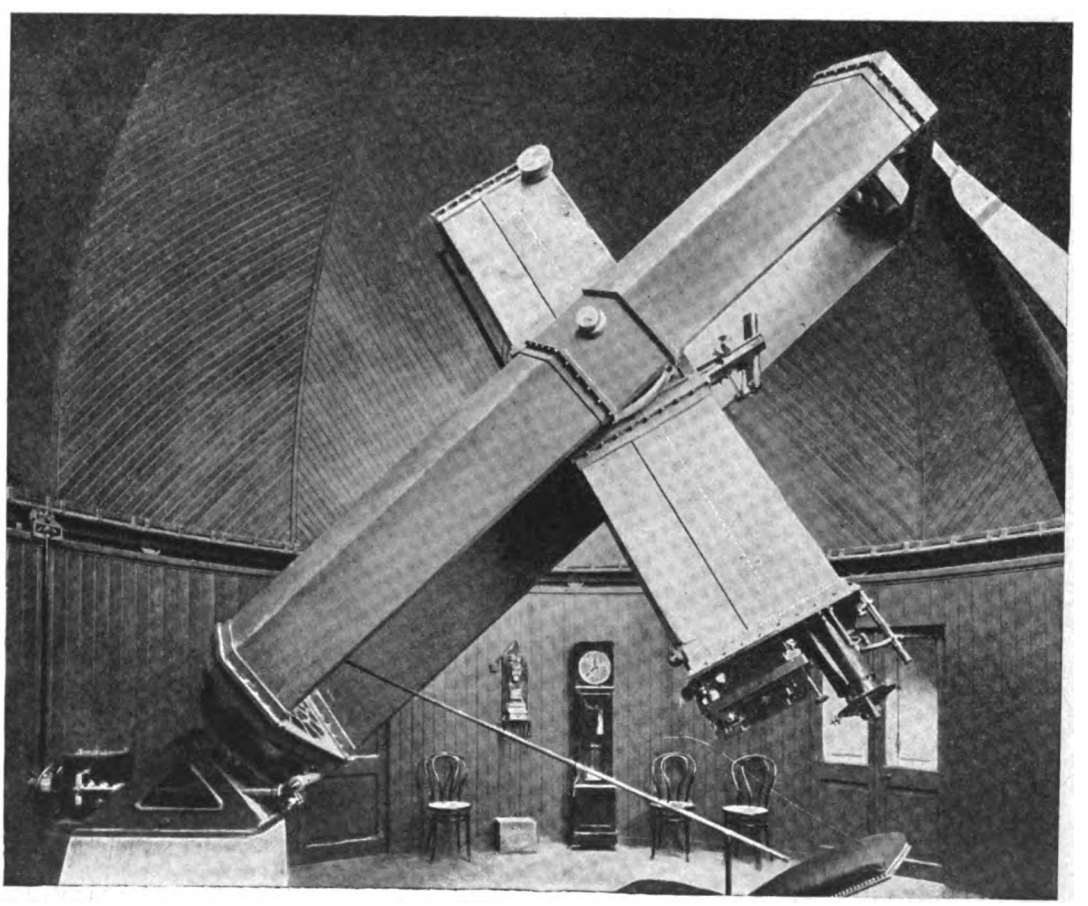
sserv. imperiale di Poulkova.
d'assieme).



Telescopio a Torre sul Monte Wilson.



n.



Equatoriale fotografico.

l'Arti Grafiche — Milano.

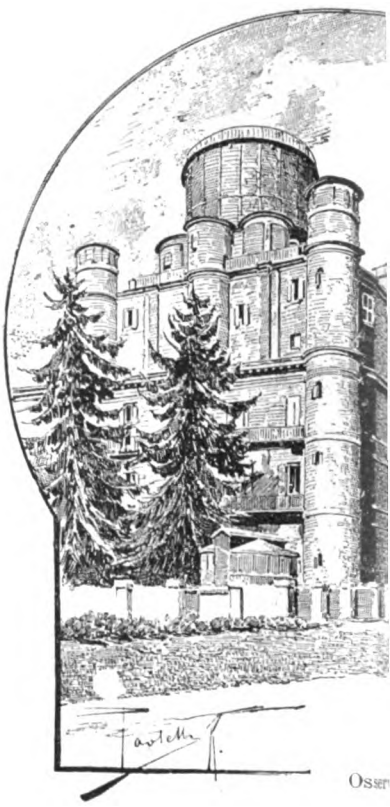
Proprietà artistica.

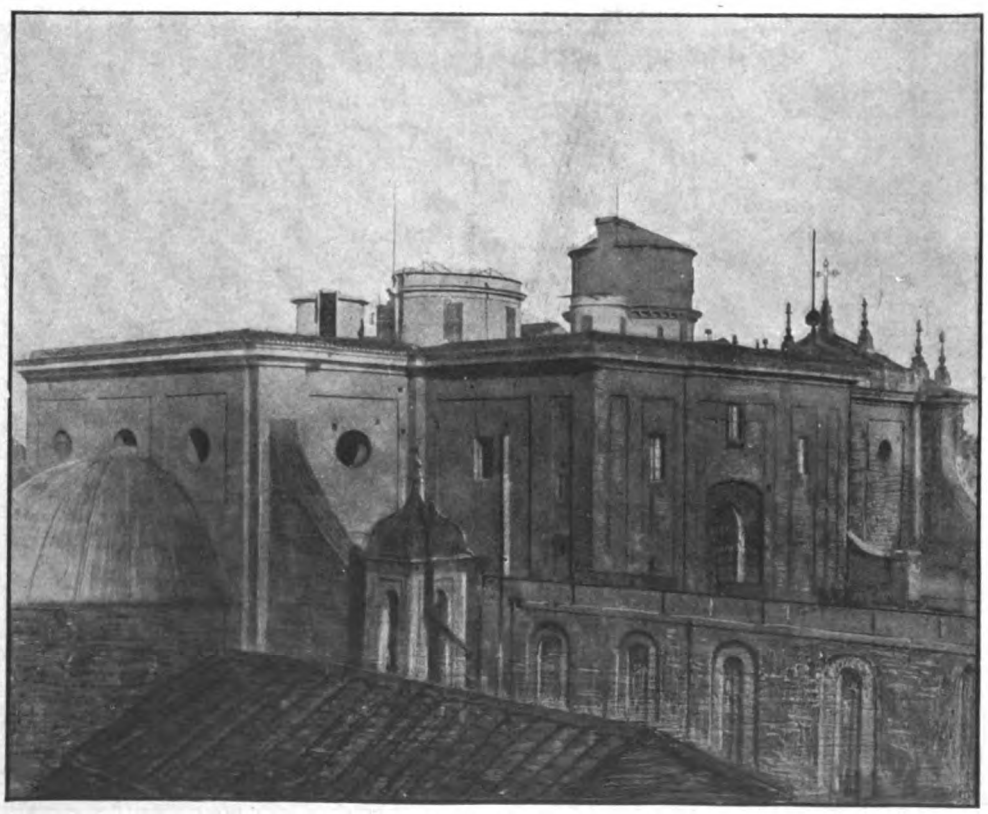
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Osservatorio di Padova.



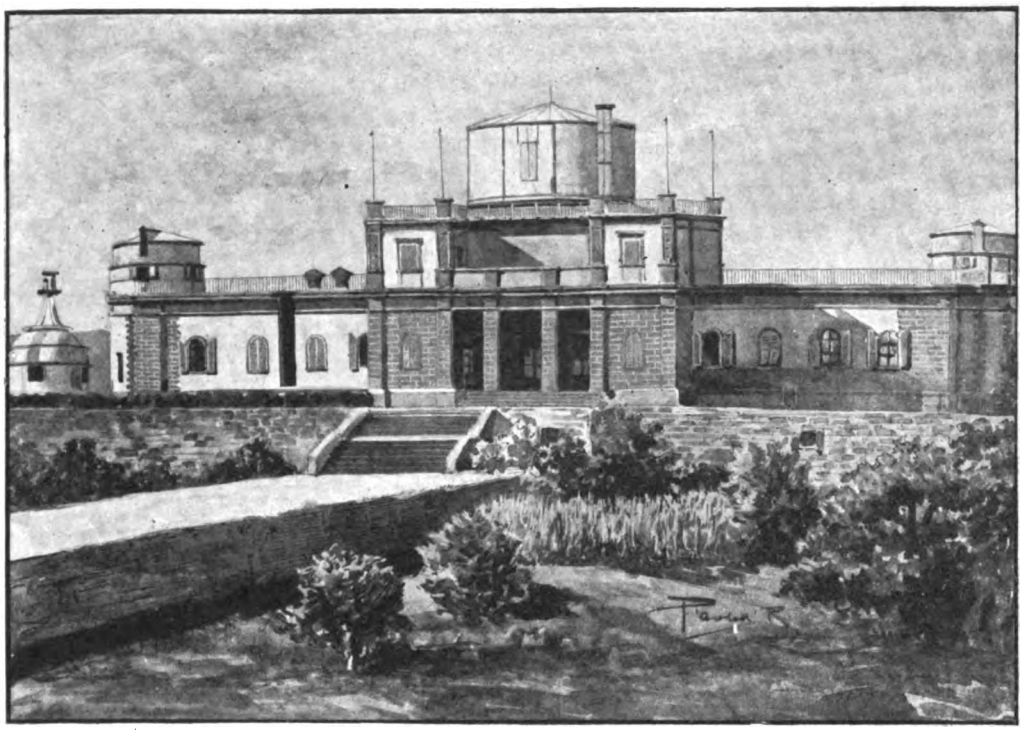


Osservatorio del Collegio Romano.

Osservatorio

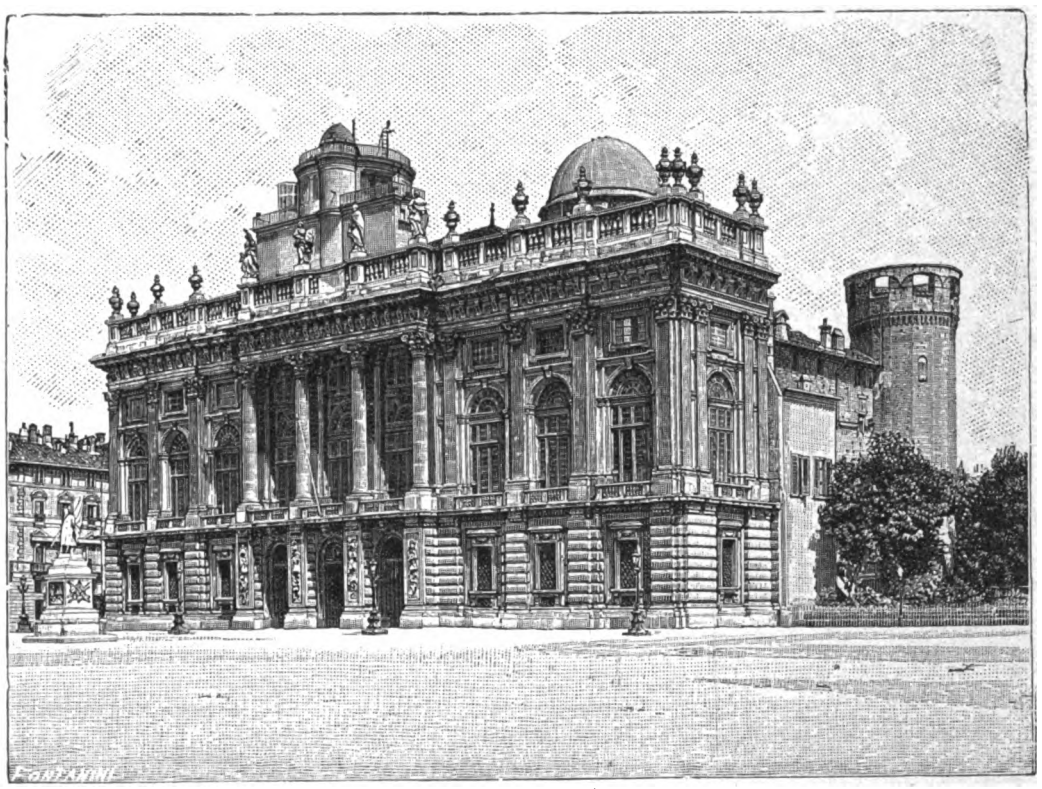
Digitized by Google

sservatorio di Brera dopo il 1885.



Osservatorio di Arcetri a Firenze.

o di Bologna.



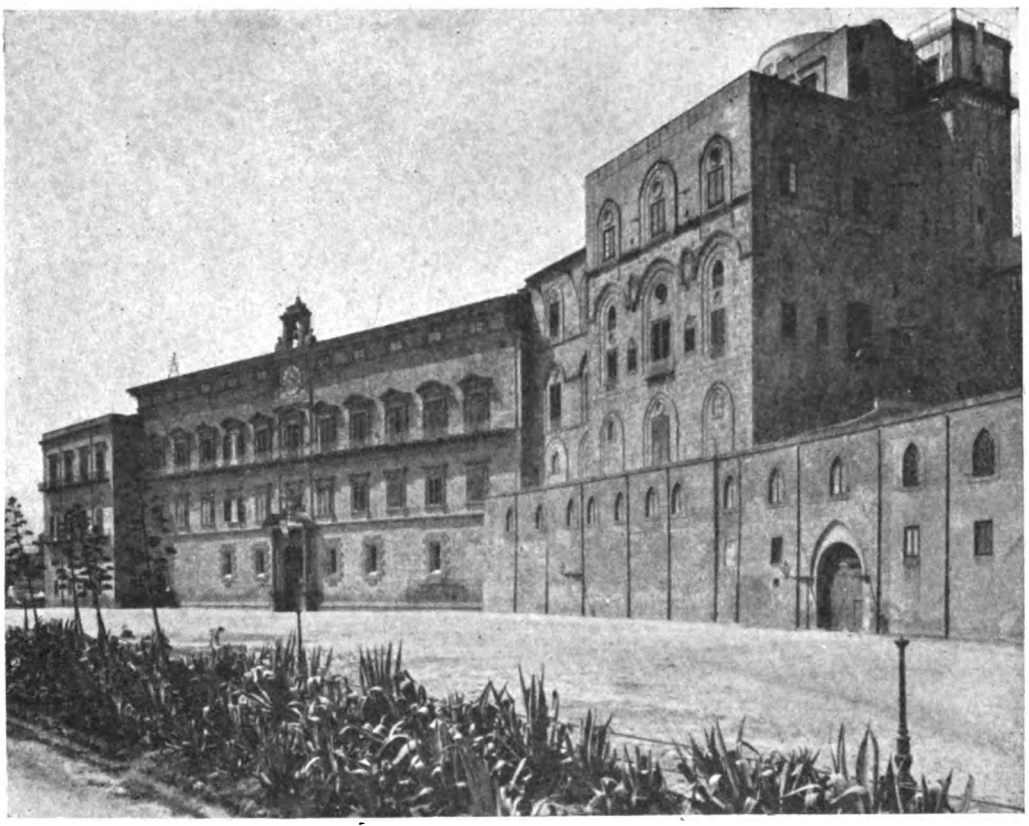
Osservatorio di Torino.

Proprietà artistica.

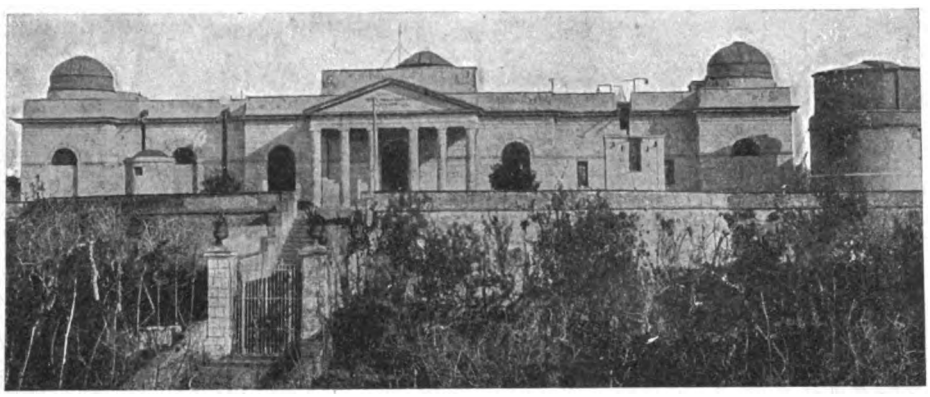
Digitized by Google

Digitized by Google

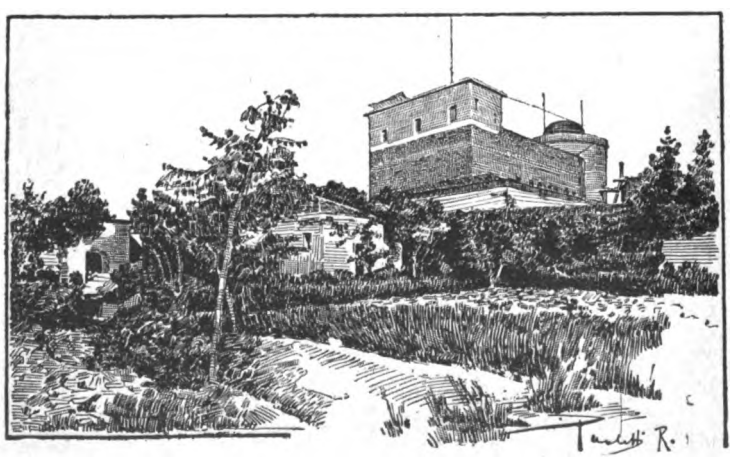
Digitized by Google



Osservatorio di Palermo.



Osservatorio di Napoli.

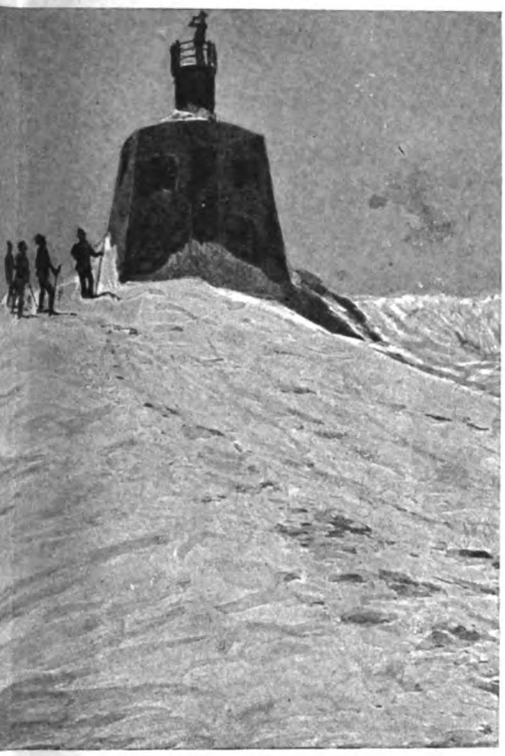


Osservatorio astronomico e metereologico di Catania.

Ose
sepolto

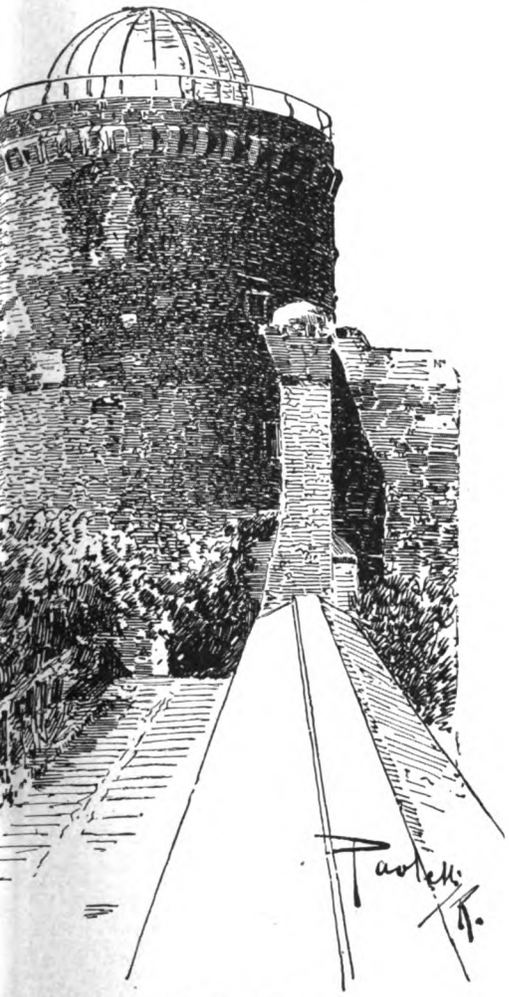
Spe

Digitized by Google

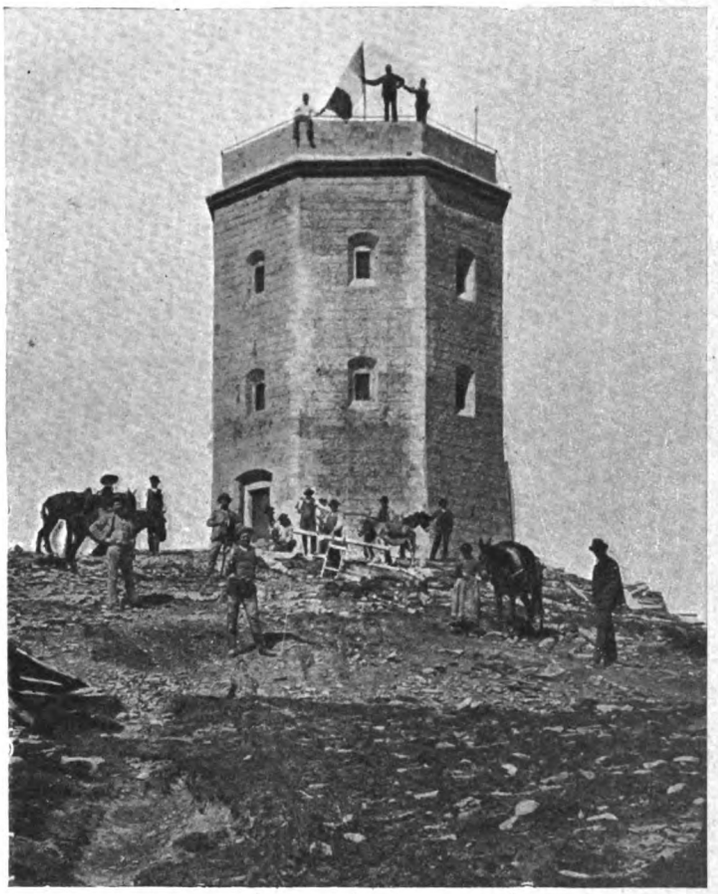


servatorio Janssen sul Monte Bianco
otto la neve nell' inverno del 1909-10.

Osservatorio di Pisa.



cola Vaticana. — La Torre Leonina.



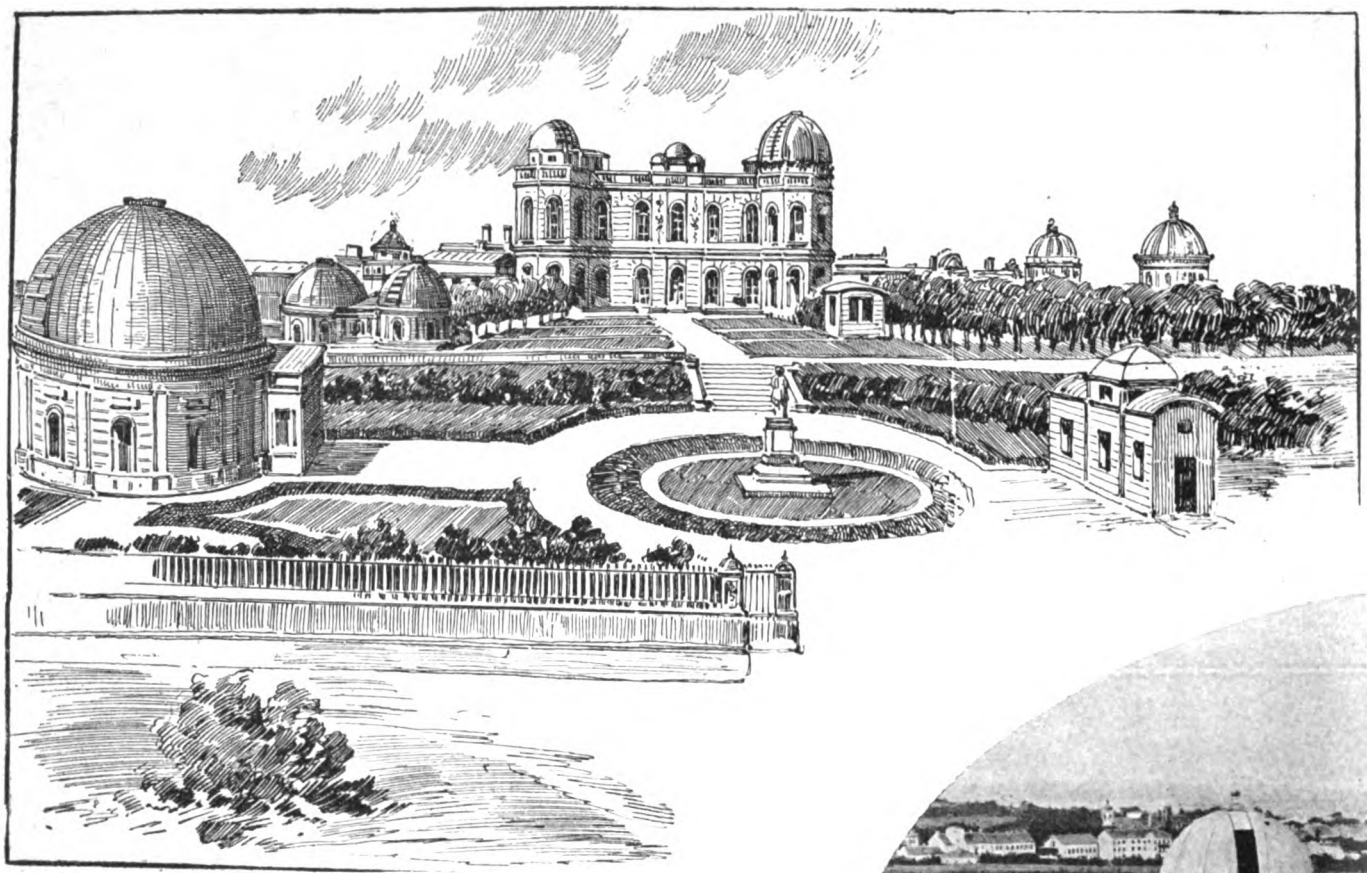
Torre Osservatorio del Cimone (2160 m.).

Proprietà artistica.

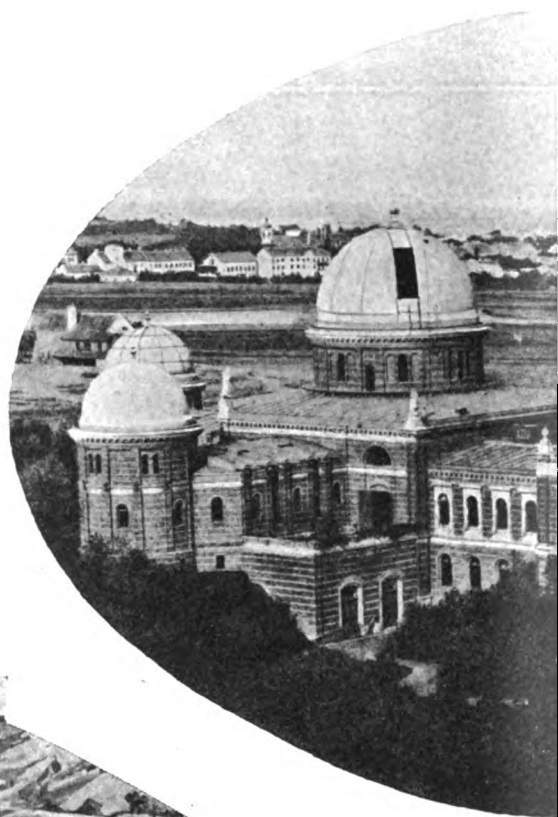
Digitized by Google

Digitized by Google

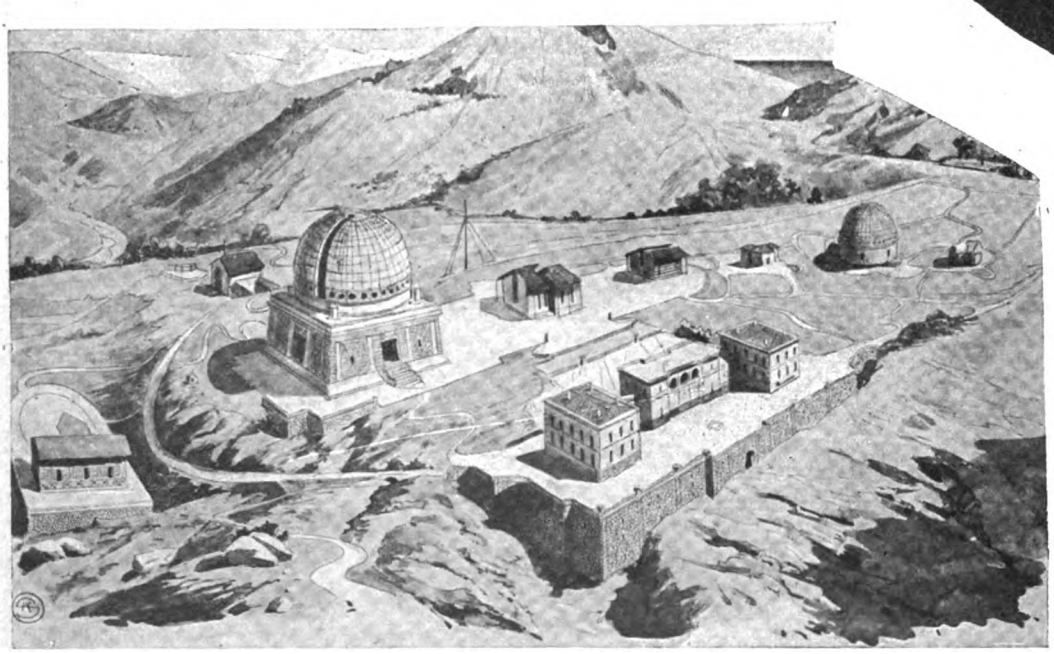
Digitized by Google



Osservatorio di Parigi.



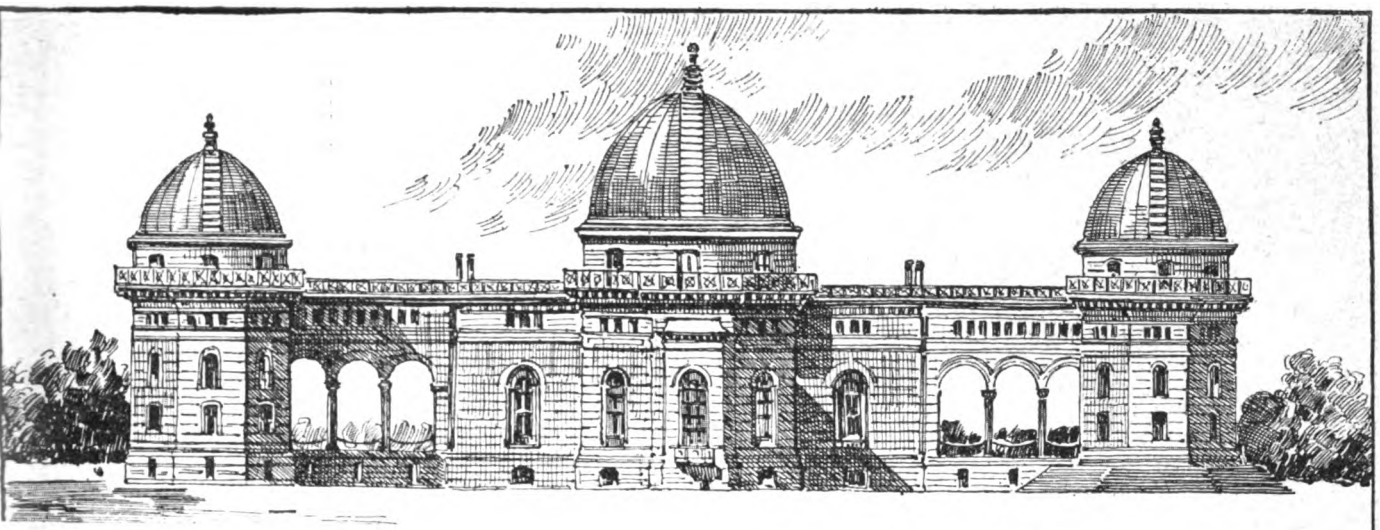
Osservatorie

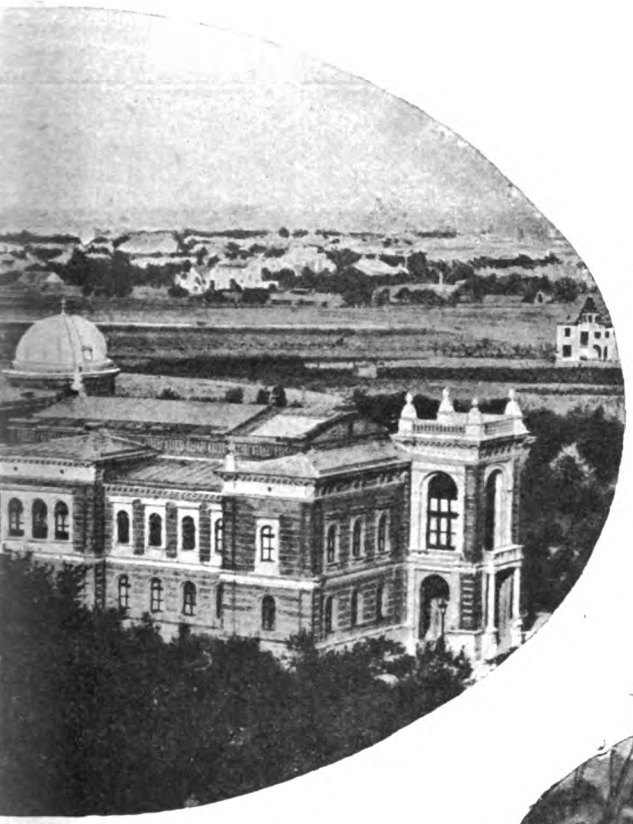


Osservatorio Bischoffsheim a Nizza.

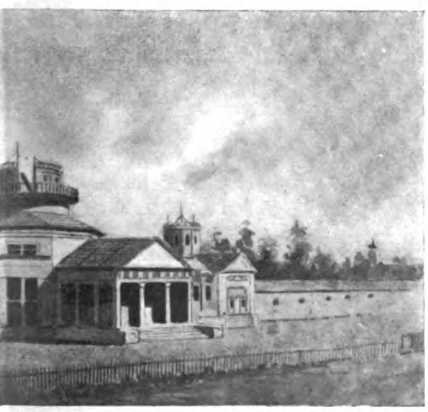
Osse

Digitized by Google

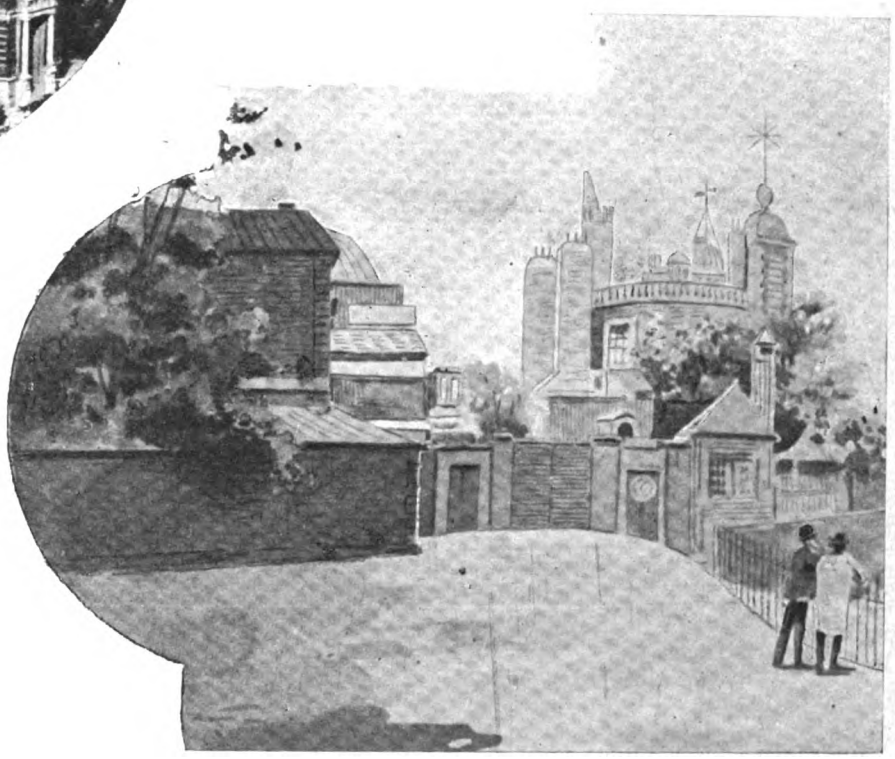




o astronomico di Vienna.



ervatorio di Pulkova.



Osservatorio di Greenwich.

Osservatorio astrofisico metereologico e geodetico di Potsdam.

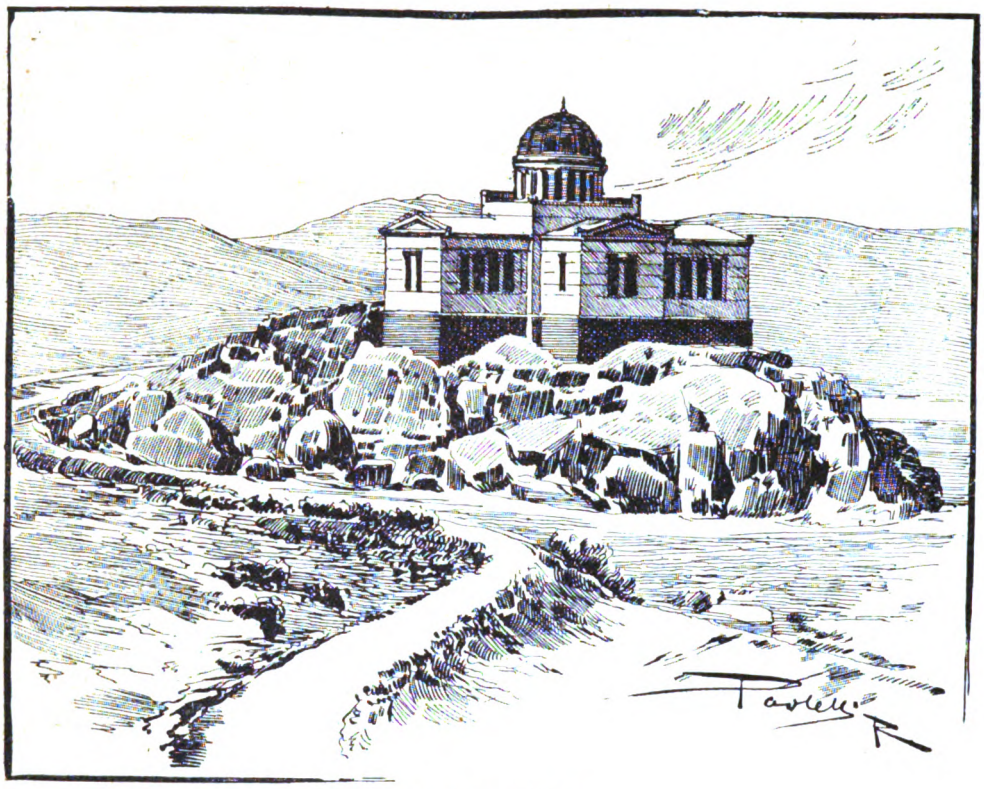
niti d'Arti Grafiche — Milano.

Proprietà artistica.

Digitized by Google

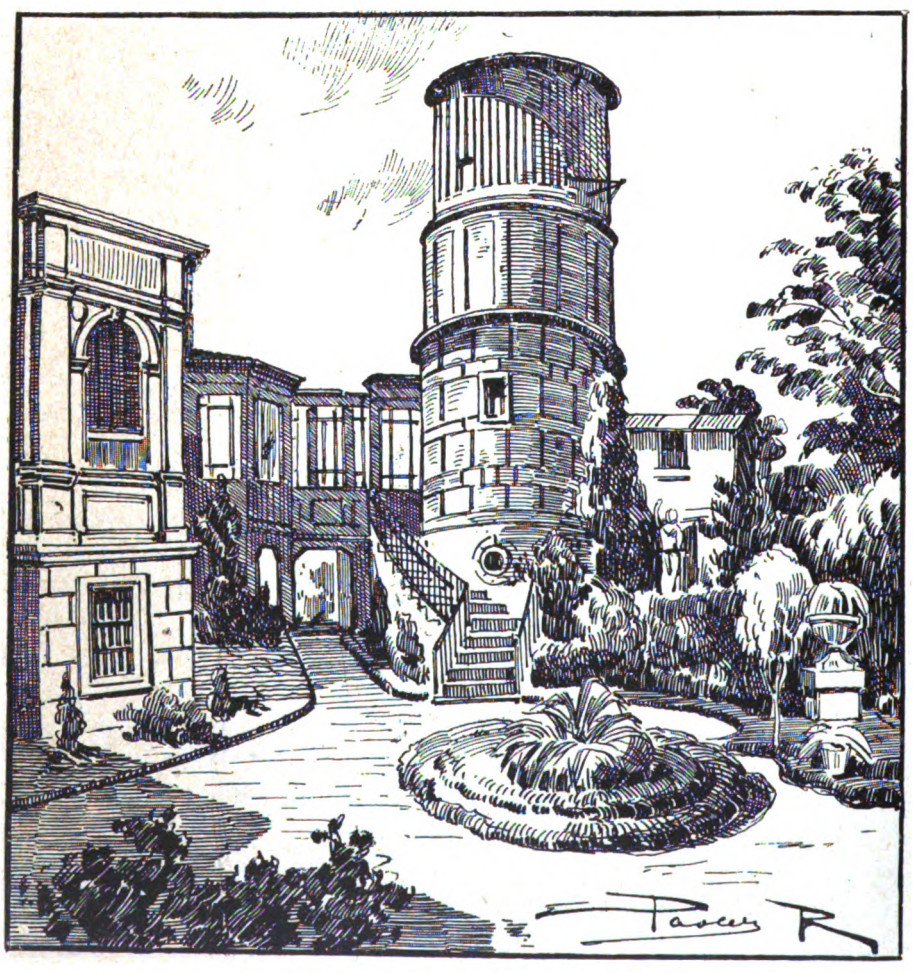
Digitized by Google

Digitized by Google

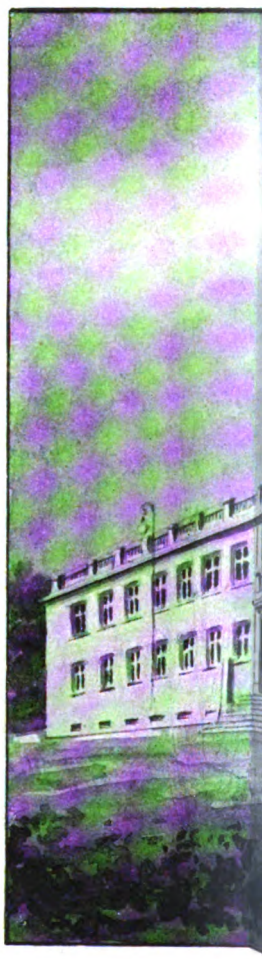


Osservatorio di Atene.

Osservatorio di L

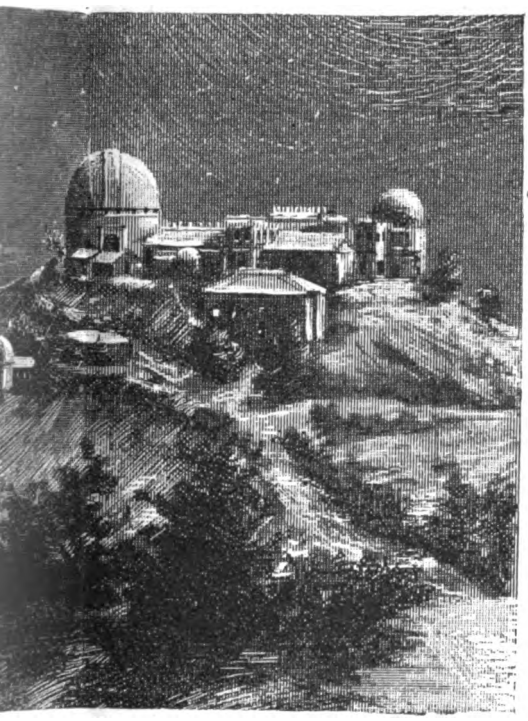


Osservatorio del barone d'Engelhardt in Dresda.

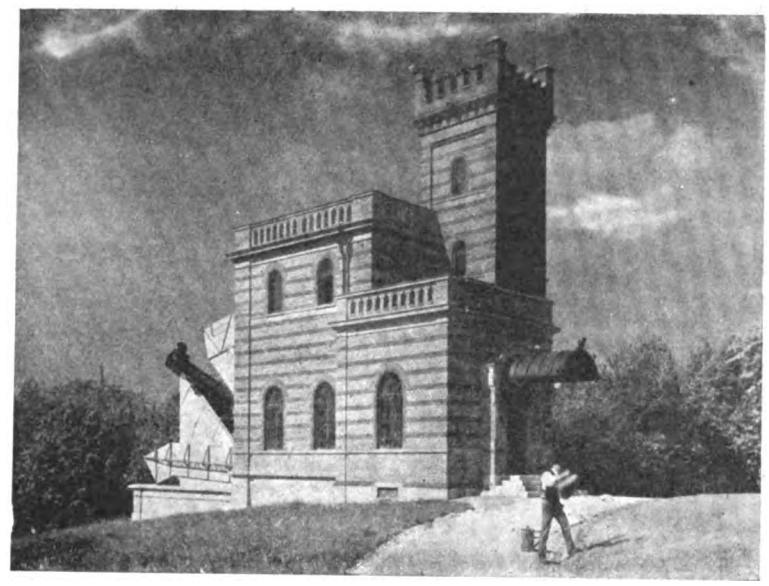


Osserv
presso Berlino, col

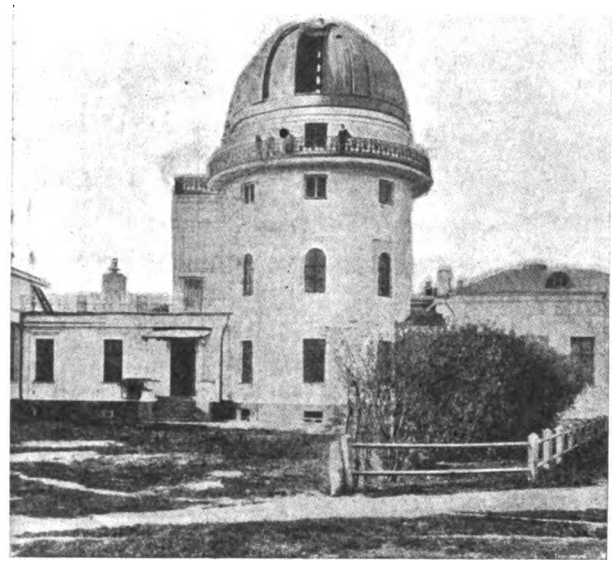
Digitized by Google



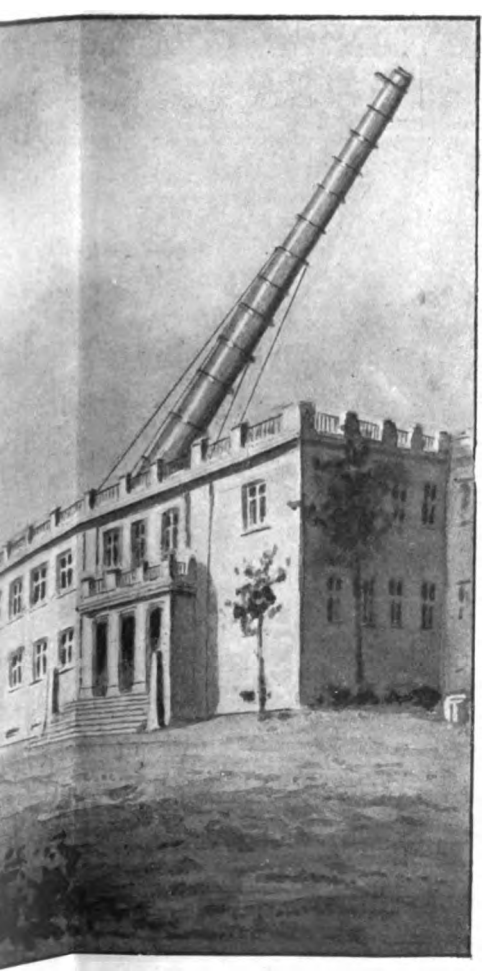
...atorio di Lick sul monte Hamilton (California).



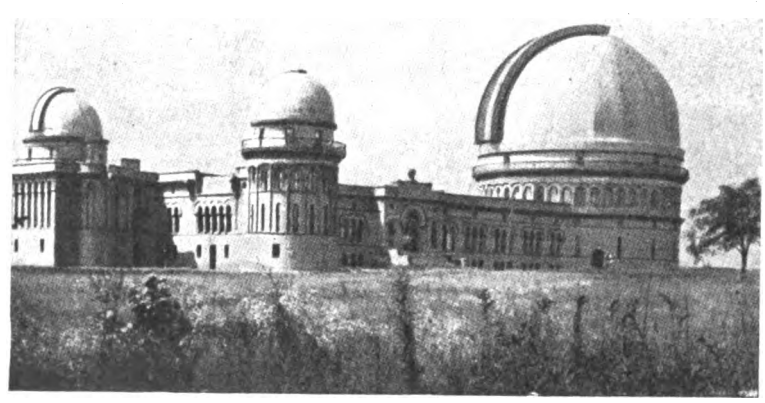
Fabbricato annesso all'Osservatorio di Vienna, contenente un equatoriale a gomito regalato dal bar. A. Rothschild.



Cupola dell'Osservatorio dell'Università di Mosca.



Osservatorio di Treptow,
...rlino, col suo grande cannocchiale moderno.



Osservatorio di Yerhes presso Chicago.

...menti Riuniti d'Arti Grafiche — Milano.

Proprietà artistica.

Digitized by Google

Digitized by Google